

MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet Budapest



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
SZÁMITÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZETE

TANULMÁNY
A SZÁMÍTÓGÉPES, RASZTERES MIKROFILM-LAP KÉSZÍTÉS
ELVI ÉS GYAKORLATI KÉRDÉSEIRŐL

ТЕОРЕТИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ДЛЯ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОФИШ ПО РАСТРОВОМУ ПРИНЦИПУ
С ПОМОЩЬЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

ESZENSZKI JÓZSEF
KAS IVÁN
PALOTÁSI ANDRÁS
PODMANICZKY ANDRÁS
SZÜCS MIKLÓS
VÖRÖS KÁROLY
ZALÁN FRIGYES
ALEXANDER MIHAJLOVICS KLOCSKOV
VALERIJ ALEXANDROVICS PLAHOV

A kiadásért felelős

KEVICZKY LÁSZLÓ

Főosztályvezető

CSABA LÁSZLÓ

*A kötetben szereplő tanulmány a 420 507 és 35-006/71011-10/2
számu szerződés keretében az MTA SZTAKI-AVTOGRÁF /Orel, SZU/
közös munkájaként jött létre.*

* * *

Настоящая научная работа составлен в рамках договора между
НПО АВТОГРАФ /СССР/ и ИИВТА ВАН.

Номера контрактов: 420 507 /ИИВТА ВАН/

35-006/71011-10/2 /НПО АВТОГРАФ/.

ISBN 963 311 252 4

ISSN 0324-2951

ALFAPRINT

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	5
2. A FELADAT KÖRVONALAZÁSA	7
2.1. A MIKROFILMLAP	7
2.2. A LEKÉPEZENDŐ FORMÁTUMOK ÉS VONALAK	13
2.3. A LEKÉPEZÉS MÉRTÉKE	17
2.4. RASZTERMÉRET, SUGÁRNYALÁBMÉRET	19
2.5. IDŐVISZONYOK	23
3. LÉZERSUGÁRZÁSRA ÉRZÉKENY FOTÓANYAGOK	29
3.1. EZÜST-HALOGENID ANYAGOK	29
3.2. NEMEZÜST ALAPU ANYAGOK	31
4. AZ INFORMÁCIÓRÖGZÍTÉSRE HASZNÁLHATÓ ANYAGGAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK	36
4.1. LÉZERSUGÁRÉRZÉKENYSÉG	36
4.2. KONTRASZTOSSÁG	36
4.3. FÉNYSZÓRÓDÁS	36
4.4. FIZIKAI TULAJDONSÁGOK	38
5. MÓDSZEREK	40
5.1. A LEKÉPEZÉS MÓDJA	40
5.2. A MOZGATÁS MÓDJA	42
5.3. LG-1 LÉZERPLOTTER	43
6. EGYES OPTIKAI MEGFONTOLÁSOK	52
6.1. DOZIMETRIAI KÖVETELMÉNYEK	52
6.2. A MÉLYSÉGELESSÉG ELEMZÉSE	54
6.3. A DEFÓKUSZÁLTSA G MÉRÉSE	59
7. RENDSZERVÁLTOZATOK ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSUK	61
7.1. SIKÁGYAS RENDSZEREK	61
7.2. FORGÓDOBOS RENDSZEREK	64
8. A FELHASZNÁLANDÓ FOTÓANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK KIVÁLASZTÁSA	67
8.1. FÉNYFORRÁS	67
8.2. FOTÓANYAG	67
8.3. MODULÁTOR	70
8.4. FÓKUSZÁLANDÓ OPTIKA	71

8.5. AZ OPTIKAI RENDSZER ELVI VÁZLATA	72
8.6. SZINKRONJELADÓ	74
8.7. MECHANIKA	75
8.8. ELEKTRONIKA	76
8.9. FIRMWARE ÉS SZOFTVER KÉRDÉSEK	78
9. SZABADALOMKUTATÁS	82
10. IRODALOMKUTATÁS	84
11. ÖSSZEFOGLALÁS	89
12. IRODALOMJEGYZÉK	92

ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИКРОФИШ ПО РАСТРОВОМУ ПРИНЦИПУ С ПОМОЩЬЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНОЙ	97
--	----

1. B E V E Z E T É S

A műszaki rajzdokumentáció mennyiségének a technikai haladással együttjáró gyors növekedése nyilvánvalóvá tette, hogy a dokumentumok archiválása és a másolási igények a hagyományos eljárásokkal csak lassan vagy egyáltalán nem elégíthetők ki. A fejlődésre jellemző, hogy a kezdetben más célra kidolgozott eljárásokat átültették a dokumentáció területére, vagy egészen új eljárásokat dolgoznak ki.

A reprográfiai eljárásokkal előállított dokumentumok két csoportra oszthatók:

- szabad szemmel olvasható makromásolatok;
- speciális, nagyító eszközökkel olvasható mikromásolatok.

Az első csoportba tartozó eljárások közül legelterjedtebbek a fénymásolás, az elektrosztatikus másolás és a hőmásolás. Közös jellemzőjük, hogy a méretük általában azonos az eredeti dokumentum méretével.

A második csoportba tartozó eljárás a mikromásolás, amely a dokumentáció erősen kicsinyített képét filmkockán rögzíti, majd visszanyagítja. A mikromásolás végterméke a mikrofilm.

A mikrofilm három fajtáját különböztetjük meg, és pedig mikrofilm tekercset /MR/, mikrofilmcsikot /MO/ és a mikrofilmlapot /MF/. Jelen dolgozatunkban csak a mikrofilmlap előállításának kérdéseivel foglalkozunk.

A mikrofilmlap előállításának és alkalmazásának eddig elterjedt módja a fényképeszeti kicsinyítő-, nagyító- és másoló eljárásokon alapult. A film alapanyagának fő jellemzői a meredek gradáció /kontrasztérzékenység/, jó felbontóképesség és a többnyire alacsony fényérzékenység.

A mikrofilmlap elkészítéséhez eddig mindig kész eredeti dokumentumokra volt szükség. Ezek a műszakirajz szabványainak megfelelő méretű lapokon /AO, A1 stb./ álltak rendelkezésre. A dokumentumok felvitele a mikrofilmlapra az ún. "step and repeat" módszerrel történt. Ennek lényege, hogy a dokumentumo-

kat előírt mértékű kicsinyítéssel a mikrofilmlap szabványos méretű és helyzetű képmezőire fényképezték le, oly módon, hogy egy fényképezés után egy léptetés, majd újabb dokumentum fényképezése után újabb léptetés következett és így ismételve a folyamatot, amíg a mikrofilmlap betelt vagy a másolni kívánt dokumentum elfogyott. A dokumentumok címét és azonosító adatait /pl. rajzszám, kódszám stb./ olvasható méretben a filmlap fejlécére fényképezik, így a tárolás és visszakeresés rendkívül egyszerűvé válik.

Amint említettük ehhez a módszerhez mindig kész eredeti dokumentumra volt szükség. Mindig meg kellett rajzolni, le kellett írni a mikromásolásnak alávetett anyagot. A számítástechnika bizonyos szintű fejlettségével ezt a lépést ki lehet hagyni, ami nagymértékben felgyorsítja ezt a folyamatot. A CAD /Computer Aided Design/ rendszerekkel ma már a legbonyolultabb eszközök, alkatrészek is megtervezhetők, amelyeknek vektoros formájú leírása, vagy raszterekben megadott képe /bit map/ a számítógép memóriájában van tárolva. A memóriában elektromos jel formájában tárolt információ közvetlen kihozatalára a COM /Computer Output to Microfilm/ rendszerű perifériák nyújtanak lehetőséget. A COM elnevezést olyan berendezések jelölésére használják, amelyek a számítógép által előállított adatokat közvetlenül mikrofilmlapra rögzítik. Az így kapott mikrofilmről az ismert másolóeljárásokkal papírkép is készíthető. A hagyományos információ hordozók mellőzése és a közvetlen mikrofilmkép előállítása azért jelentős kritérium, mert már a COM rendszer megjelenése előtt is tároltak mikrofilmen számítógéppel előállított adatokat, de a rögzítés többnyire a papírra nyomtatott adatok fényképezésével történt. A jelentős időmegtakarítást eredményező gépi dokumentációkészítés tervezését elősegítő körülményekhez sorolandó még a pausz- és papirrajzok terjedelméhez és súlyához képesti raktártér-megtakarítás, a dokumentáció egyszerűbb szállítása, kezelése, sőt nem utolsósorban a rajzok tárgy szerinti visszakeresésének gépesíthetősége. [1]

A COM rendszerek meghatározó berendezése a mikrofilmlap készítő berendezés, amelynek elvi és gyakorlati kérdéseivel fogunk az elkövetkezőkben foglalkozni.

2. A FELADAT KÖRVONALAZÁSA

A mikrofilmlap készítő berendezés feladata számítógéppel előállított adatok közvetlenül mikrofilmlapra történő rögzítése oly módon, hogy megfeleljen az idevonatkozó előírásoknak, az elkövetkező időszak technikai lehetőségeinek és követelményeinek. Az elvárások, az idevonatkozó előírások, a technikai lehetőségek és az ismert kiindulási adatok alapján nagyvonalakban behatároljuk a feladatot, becsléseket teszünk a berendezés meghatározó paramétereire.

2.1. A mikrofilmlap

A mikrofilmlap az 1-2 évtizeddel ezelőtt használatos 90x120 mm és 75x75 mm-es formátumtól eltérően ma legtöbbször és legelterjedtebben a 105x148 mm méretben készül síkfilmre, vagy 105 mm széles tekercsfilmre, amely utóbbi kidolgozás után A6 formátumra vágható.

Egy A6 méretű mikrofilmlapra különféle kicsinyítésben különféle mennyiségű felvételt helyezhetnek el. Különbözőek a mikrofilmlapokon a cím és az azonosító adatok számára fenntartott mezők, továbbá a filmlapok szélén az esetleges kódok számára igénybevehető felületek. A mikromásolatok használatát - olvasását, nagyítását, többszörösét - az intézmények közötti, valamint nemzetközi cseréjét ez a sokféleség nehezíti leginkább. Ezért érthető, hogy szabványosították a hordozó anyagokat, azok méreteit, a rájuk fényképezhető képmezők méreteit, a címmezők, kódok helyét és méretét. Ezzel a témával foglalkoznak a KGST SZT 373-76 és a KGST SZT 375-76-os szabványok. A 373-as szabvány az általános előírásokon kívül a mikrofilmek felépítésével, a felvételek elhelyezésével a mikrofilmképen, az azonosító táblákkal foglalkozik. A 375-ös szabvány foglalkozik a mikrofilm típusokkal és méretekkel.

Eszerint a mikrofilmlap befoglaló mérete 105x148 mm, ami megfelel az A6-os szabványméretnek. A 375-ös szabvány megadja a mikrofilmlapon a minimális és maximális képmező méretet,

feketedési mező méretét és a felvételek osztását, valamint a kód és cimmezők méreteit és elhelyezkedését. Egy mikrofilmlapra minimális 2 kép, míg maximálisan 69 kép tehető a 375-ös szabvány szerint. /Lásd 1. táblázat, 1,2,3,4. ábra/.

Ugyancsak a 375-ös szabvánnyal összhangban a legkisebb képmező mérete, amit a mikrofilmlapra fel kell tudni vinni 14,2x10,1 mm.

A fejezetben elmondottak és a figyelembe vett KGST SZT 375-76 szabvány alapján megállapíthatjuk, hogy:

- az információhordozó mikrofilmlap befoglaló mérete 105x148 mm;
- a legkisebb képmező 14,2x10,1 mm;
- a mikrofilmlapon elhelyezhető képmezők száma 2-től 60-ig változhat;
- a kód és cimmezők előírt helyen helyezkednek el.

Végül megemlítünk néhány más szabványt, amely ugyancsak a mikrofilmlap vagy a COM méret és elrendezés kérdéseivel foglalkozik. Ezek:

1. Nemzetközi szabvány, kiadja

International Organization for Standardization

ISO 2707-1973

ISO 2708-1976

2. NSZK szabvány, kiadja

Deutsches Institut für Normung

DIN 19054-1975

DIN 19064-1976

DIN 19065-1978

3. USA szakmai szabvány, kiadja

National Microfilm Association

NMA MS 5-1972

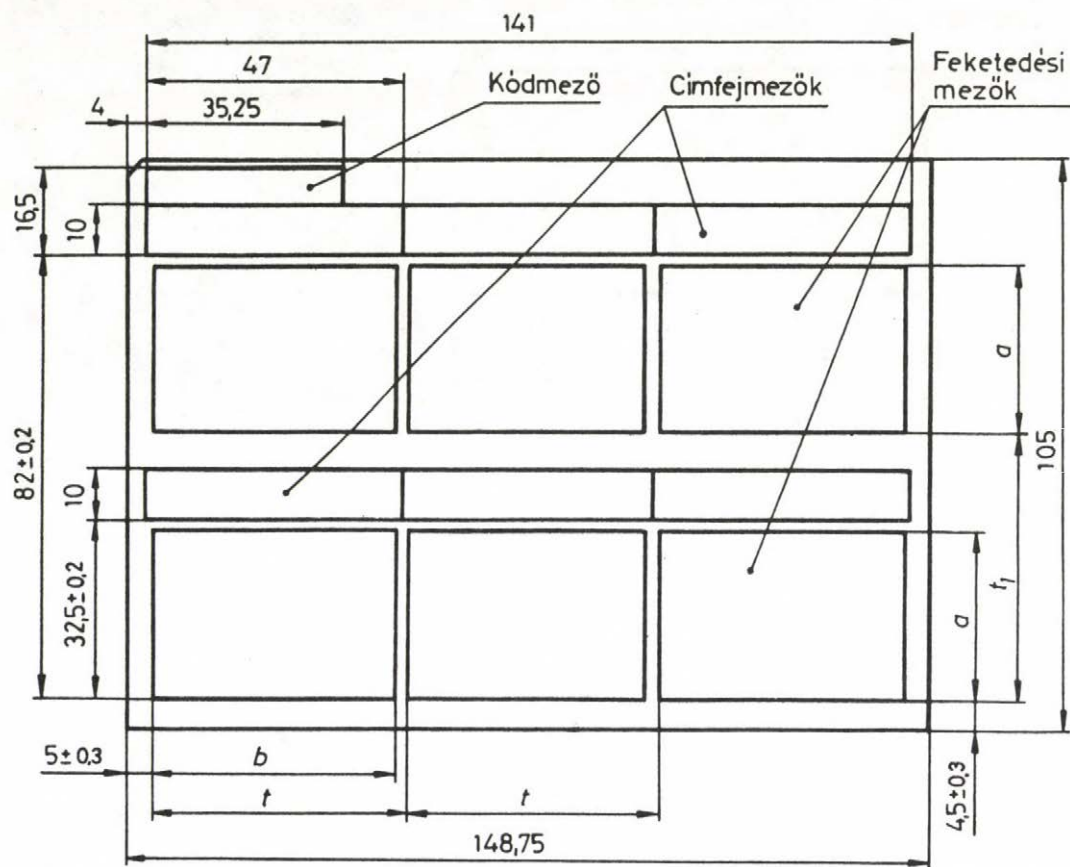
NMA MS 2-1971

1. táblázat

Mikro- film tipusa	Felvételek osztása				Feketedési mező				Képmező		Feketedési mező távolsága a film szélétől	
	t ₁		t		a		b		a ₁	b ₁	c	b ₂
	névleges méret	tűrés	névleges méret	tűrés	névleges méret	tűrés	névleges méret	tűrés	max.		min.	
MF-A6	16,50	+0,15	11,750	+0,30	15,75	-0,75	11,00	-0,50	14,20	10,10	4,00	4,00
	16,50	+0,15	23,500	+0,30	15,75	-0,75	22,75	-0,50	14,20	20,20	4,00	4,00
	49,50	+0,30	47,000	+0,60	32,00	-0,50	45,00	-0,50	28,50	40,80	4,00	4,00
	49,50	+0,30	70,500	+0,30	45,00	-0,50	64,00	-0,50	40,80	57,50	4,00	4,00
	-	-	76,375	-0,70	90,00	+0,30	64,00	+0,30	81,50	57,50	3,80	3,80

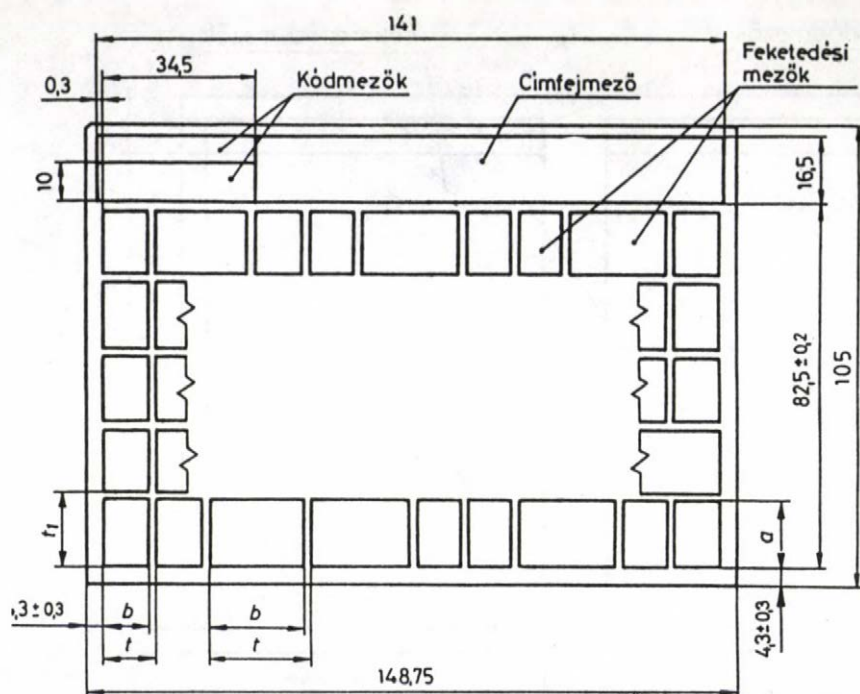
Megjegyzés: méretek mm-ben





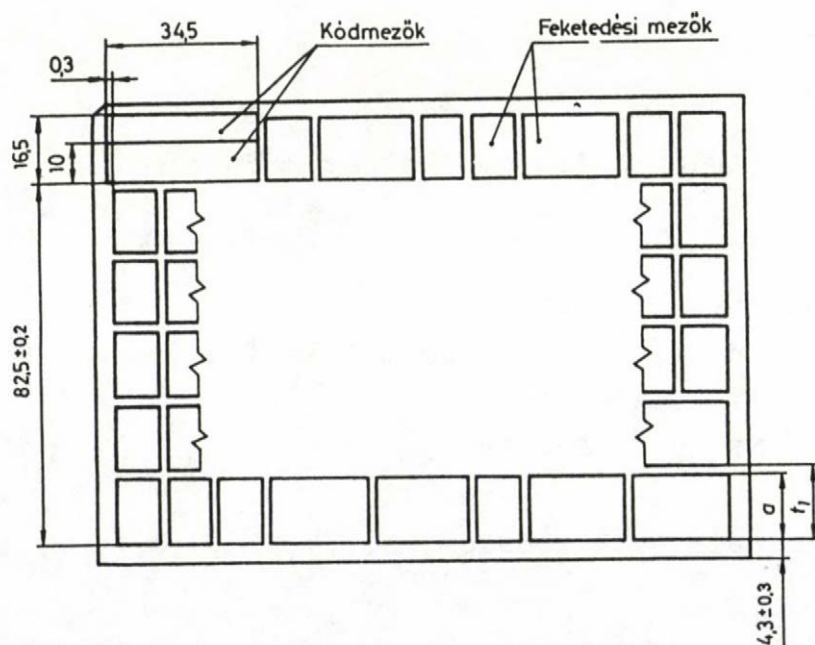
1. ábra

Mikrofilmlap 6 felvétellel, /32x45 mm/,
kódmezővel és címfejmezőkkel



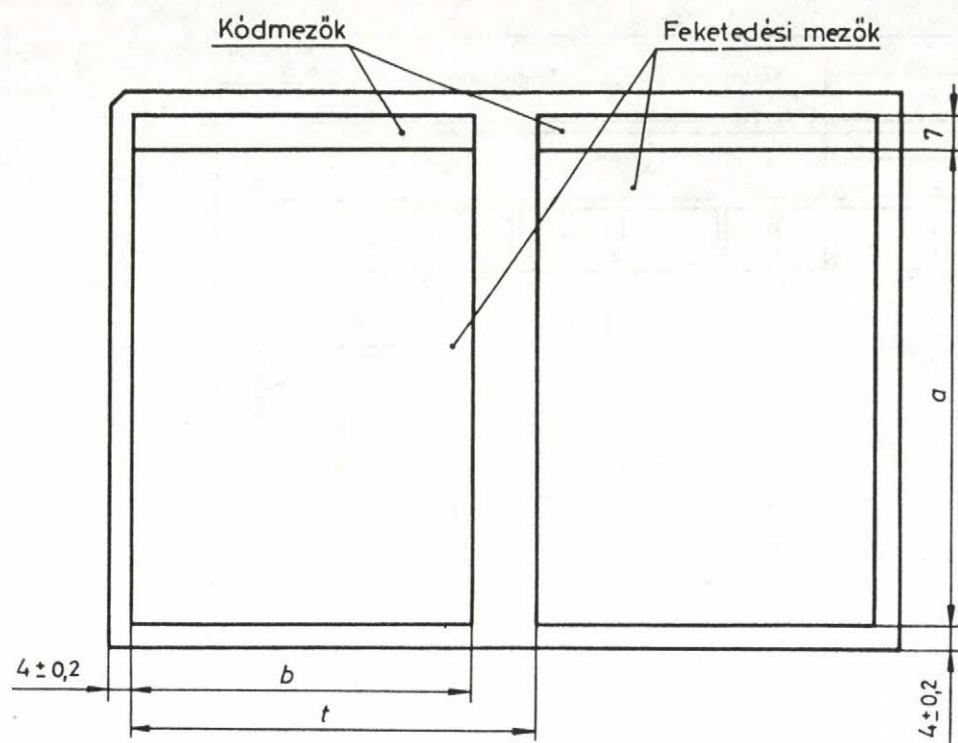
2. ábra

Mikrofilmlap max. 60 felvétellel, kódmezőkkel és címfejmezővel



3. ábra

Mikrofilmlap max. 69 felvétellel és kódmezőkkel



4. ábra

Mikrofilmlap 2 felvétellel és kódmezővel

4. Francia szabvány, kiadja

Association Française de Normalisation

NF Z 43-030 78

NF Z 43-032 75

fejezethez felhasznált szakirodalom [2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,
12,13,14].

2.2 A leképezendő formátumok és vonalak

A mikrofilmezéssel szorosan összefüggő kérdéscsoport az eredeti dokumentumok jellege, minősége, nagysága, tartalma.

A dolgozat tárgyát elsősorban a műszaki rajzok mikrofilmlapra történő leképezése adja. Ezzel kapcsolatban két problémakör merül fel. Egyrészt azok az előírások, szabványok, amelyek meghatározzák a mikrofilmezésre alkalmas műszakirajzokkal szemben támasztott követelményeket. Másrészt az ilyen módon előállított műszakirajzok, mikrofilmlapra történő előírt minőségű leképezéséből adódó nehézségek.

A mikrofilmezésre alkalmas műszakirajzokkal szemben támasztott főbb követelmények:

- minél kevesebb formátum alkalmazása;
- rajzolásmód egyszerűsítése;
- vonalvastagságok;
- minimális betűméret;
- sorok közötti távolság;
- betűk árnyalata, stilusa;
- betűk, vonalak fedettsége;
- sorhosszuság;
- gépi feliratozás;
- középpont jelölése.

Nem menve bele a részletekbe megemlítjük, hogy nem fotótechnikai eljárással előállítva a mikrofilmlapot, lényegileg három nagy kérdéscsoportot különíthetünk el.

Az első, a rajzokon alkalmazott írásjelek, betűk, számok témaköre. Ezzel a KGST SZT 851-78, 852-78, 855-78 szabványok foglalkoznak. Ezek a szabványok meghatározzák a mikrofilmezésre alkalmas betűk, számok, írásjelek formáit és méreteit.

A formák kissé "nyitottabbak" az un. "normál" szabványírás betűinél, mivel így kicsinyítés után sem téveszthetők össze egymással. A méretükre vonatkozóan a szabvány megad egy méret-sorozatot, amelyben a nagybetű magasságához viszonyítva adja meg az összes többi méretet. Megállapítja a mikrofilmezésre még alkalmas legkisebb nagybetű magasságát /2,5 mm/ és további hat lépcsőben a használható betű méreteket. /Lásd 2. táblázat/.

A második a használható vonalvastagságok és a mikrofilmezésre alkalmas műszakirajzokra vonatkozó utasítások kérdésköre. A szabvány szerint az alapvonal vastagsága $S = 0.5 \div 1.4$ mm-ig terjed. A legvékonyabb telt vonal pedig $S/3$ értékkel számolva $0.5/3 = 0.17$ mm, ami felkerekíthető 0.2 mm-re. /Lásd 3. táblázat/.

2. t á b l á z a t

"A" típus $d = h/14$									
Jelölés	Arány		Méretek mm						
h	(14/14) h	14d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
c	(10/14) h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
a	(2/14) h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
b	(22/14) h	22d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
e	(6/14) h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
d	(1/14) h		0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

h = az írásjel névleges mérete

c = a kisbetű magassága

a = az írásjelek távolsága

b = az alapvonalak közötti legkisebb távolság

e = a szavak közötti legkisebb távolság

d = vonalvastagság

3. táblázat

A vonalak			A vonalcsoportok									
meg- nevezése	vastagsága		1		2		3		4		5	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Vastag	s		0,35		0,5		0,7		1,00		1,4	
Közepes	s/2	2/3s	0,18	0,25	0,25	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7	0,7	1,0
Vékony	s/3	s/2	0,13	0,18	0,18	0,25	0,25	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7
Kiemelt	2s		0,7		1,0		1,4		2,0		2,0	

Mikrofilmezéshez a b alcsoport vonalait kell előnyben részesíteni.

4. táblázat

Vonalvastagság mm	Legkisebb vonalköz mm
0,25	0,7
0,35; 0,5	1,0
0,7	1,2
1,0 >	1,4

A rajzolástechnikai előírások közül a leglényegesebb a legkisebb vonalköz és a vonalvastagság közötti összefüggés. A legkisebb vonalvastagság két vonal között a vonalvastagság kétszerese, de legalább 0,7 mm. /Lásd 4. táblázat. A szabvány tiltja továbbá a nyitott méretegyenlőséget és nem engedi meg a túlön-túl részletes rajzolatot mikrofilmezés esetén. Ezek az előírások a biztos olvashatóságot szolgálják.

A harmadik a formátum kérdése. Általában mikrofilmezésre az A1-től A4-ig terjedő formátumot tekintik alkalmasnak.

Az A1-nél nagyobb méret nem ajánlott. Az ennél nagyobb rajzokat több részletben kell felvételezni.

A fejezetben elmondottak és a figyelembe vett szabványok alapján megállapíthatjuk, hogy

- az alapvonal vastagsága $0.5 \div 1.4$ mm
- a legvékonyabb telt vonal vastagsága 0.2 mm
- a legkisebb vonalköz 0.7 mm
- a legkisebb nagybetű magassága 2.5 mm
- a felhasználható formátumok A1 \div A4

Kiegészítésül még felsorolunk néhány más szabványt, amely mikrofilmezhető műszaki rajzokra vonatkozó előírásokat tartalmaz. Ezek:

1. KGST szabvány:

SzT SZEV 526-77

2. NSZK szabvány, kiadja

Deutsches Institut für Normung

DIN 15	1-2	Blatt 1967.
DIN 16	1-3	Blatt 1967.
DIN 17	1-3	Blatt 1967.
DIN 476		1976
DIN 823		1965

3. Osztrák szabvány, kiadja

Österreichisches Normungs-Institut /ÖNORM/

ON-V 49-1977.

A fejezethez felhasznált szakirodalom [15,16,17,18,19,20,21].

2.3. A leképezés mértéke

Az A/n szabványos dokumentum méretekből és az ugyancsak szabványos képmező méretekből képzett hányadosok reciproakai egy jellemző számsorozatot adnak. Ennek a számsorozatnak mindenegyik tagja megmutatja egy adott dokumentum adott méretre történő leképezésének mértékét, a kicsinyítést, vagy másképpen nevezve a léptékét. A kicsinyítés vagy lépték értelem-szerűen nem csak a kicsinyített ábrára vonatkozik, hanem az ábrában alkalmazott összes vonalfajta is. Táblázatban megadjuk a szabványos dokumentum méreteknél megfelelő szabványos képmező méreteket a kicsinyítés függvényében. /Lásd 5. táblázat/.

5. t á b l á z a t

A dokumentum for- mája és mérete	A kicsinyítés mértéke				A képmező mérete
	1:21	1:29,7	1:42	1:48	
A/4 210x297 mm	10,1x14,2	-	-	-	
A/3 420x297 mm	20,2x14,2	10,1x14,2	-	-	
A/2 420x594 mm	20,2x28,5	20,2x14,2	10,1x14,2	-	
A/1 840x594 mm	40,8x28,5	20,2x28,5	20,2x14,2	17,5x12,4	
A/0 840x1188 mm	40,8x57,5	40,8x28,5	20,2x28,5	17,5x24,8	

A táblázatban vastagvonallal keretezett rész felel meg a mikrofilmlap technikában alkalmazható szabványosnak tekintett formátumoknak és képmezőméreteknek. Amint látható, a 1:48-as kicsinyítés jelenleg nem szokványos érték, másrészt az A/0-ás formátum, mivel a mikrofilmlap technikában nem ajánlott a használata, hiába képezhető le szabványosnak tekintett kicsinyítéssel szabványos képmezőre. A kicsinyítés és az eredeti dokumentumon lévő legkisebb vonalvastagság segítségével megadhatjuk az adott kicsinyítéshez tartozó legkisebb vonalvastagságot, amely a mikrofilmlapon megjelenik. /Lásd 6. táblázat/

6. t á b l á z a t

Méretarány	1:21	1:29,7	1:42	1:48
Vastagság	10 μ	7 μ	5 μ	4 μ

A kicsinyítés vagy lépétk ilyen módon történő megadását a mikrofilmlap eddigi előállítási módja teljes mértékben indokolja. Hiszen a mikrofilmlap fotózás útján lett előállítva és optikai olvasó vagy másoló berendezés állította vissza olvasható vagy felhasználható nagyságúra.

Ez a megadási mód megfelelő a vektoros mikrofilmlap rajzoló berendezések számára is, mivel a kicsinyítés segítségével pontosan számolható és megadható a leképezni kívánt dokumentum koordinátái, vonalvastagságai, feliratai.

Megállapíthatjuk, hogy

- a KGST SzV 375-76 szabványban foglalt képmezőméretekből és a mikrofilm laphoz alkalmazható dokumentum méretekből az 1:21, 1:29,7, 1:42 szabványos kicsinyítések adódnak;
- a kicsinyítéseknek megfelelő leképzett legkisebb vonalvastagság sorban 10 μ , 7 μ , 5 μ ;

2.4. Raszterméret, sugárnyalábméret

Más megközelítést kíván azonban a jelenlegi legmodernebb irányzat a raszteres ábrázolási mód, amely a számítógépes tervező rendszerek fejlődésével jött létre.

Először is meg kell vizsgálnunk a raszteres ábrázolási mód sajátosságait. Rögtön megállapíthatjuk, hogy elvileg sem lehetséges a mindenkori raszterméretnél kisebb méretű pont vagy vékonyabb vonal előállítása a rajzolatban. Ez azonban azt jelenti, hogy a raszterméret megválasztása egyuttal meghatározza a berendezéssel elérhető legnagyobb kicsinyítést is. Például, ha a raszterméretet 5μ -ra választjuk, akkor az ábrázolható legvékonyabb vonal 5μ vastagságú lesz. Ha ezt most a még szabványos 1:42-es lépték szerint visszaszámoljuk, akkor $5\mu \times 42 = 210\mu$, ami jól megfelel a 0.2 mm-es legvékonyabb vonalnak. De, ha ugyanezt a számítást 1:48-as léptékre véghez-
zük el, akkor $5\mu \times 48 = 240\mu$ ami jól közelíti a 0.25 mm-es vonalat, de nem lehet vele megjelteni az eredeti dokumentum 0.2 mm-es legvékonyabb vonalát.

Az előző fejtegetésekben nem ejtettünk szót a rajzolatot megvalósító sugárnyalábról. Kézenfekvő feltételezni, hogy a sugárnyaláb átmérője megegyezik a rasztermérettel. A sugárnyaláb átmérő választásával kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy néhányszor 10μ -os átmérőnél kisebb átmérő esetén a szóba jöhető sugárforrás csak lézer lehet.

Tekintsük ezután a különböző helyzetű leképezett egyeneseket. A szkennelés irányában /szken irányának nevezzük azt az irányt, amerre a rajzolás folyamatosan történik/ rajzolt egyenesnek a vastagsága megegyezik a raszter és a sugárnyaláb mérettel, határoló vonala sima. A szkennelés merőleges vonal hullámos a kör keresztmetszetű sugárnyaláb miatt. Általános helyzetű egyenesek és görbe vonalak esetén a helyzet még rosszabb, sőt például 45° -os egyenes esetén a vonal nem is lesz folytonos. Ez a kicsinyített ábrán /a mikrofilmlapon/ nem okoz bajt, lévén a raszter és a sugárnyaláb megegyezően kicsi 5μ . A visszagyújtásnál azonban ez megengedhetetlen.

Lényegileg két lehetőség kínálkozik a nehézségek feloldására.

- Az ábrázolni kívánt legkisebb vonalvastagságnál V_{\min} lényegesen kisebb a sugárnyaláb átmérő d és a raszterméret r . Másképpen $V_{\min} \geq 5d$ és $d = r$ /Pl. $V_{\min} = 5\mu$, akkor $d = r = 1\mu$ /.
- Az ábrázolni kívánt legkisebb vonalvastagság V_{\min} megegyezik a sugárnyaláb átmérővel, aminél kisebb a raszterméret. Másképpen $V = d + nr$, ahol $n = 0, 1, \dots, k$ és $r = d/2$ /Pl. $d = 5\mu$ akkor $r = 2,5\mu$ és $V_{\min} = 5\mu$ /.

Vizsgáljuk meg a két megoldási módot. Az elsőről megállapíthatjuk, hogy ha a $V_{\min} \geq 5d$ -t betartjuk, vagy értékét még növelnénk mind az általános helyzetű egyenesek és a görbe vonalak közelítésére, mind a vonalhatárok simaságára nagyon jó eredményt kapnánk. Ennek a javulásnak az ára azonban óriási. 5μ alá menve a sugárnyalábátmérővel nagyságrendileg drágább optikai rendszert eredményezne. Különös tekintettel a mélységélességre, a mechanikai alkatrészek pontosságára, a környezeti előírásokra stb.

A feldolgozásra kerülő információ mennyiség is jelentősen növekedne. Például 5μ -os raszterről áttérve az 1μ -os raszterre 25-szörösére nő a feldolgozandó információ mennyisége. Ez jelentős memória többletet, feldolgozási idő növekedést eredményezne, ami végülis a mikrofilmlap előállítási idejét növelné jelentősen. A végeredmény lassan és olyan drágán elkészített, kifogástalan minőségű mikrofilmlap lenne, amely már messzemenően nem lenne gazdaságos.

Nagyobb sikerrel kecsegtet a második megoldás. Vegyük fel a sugárnyalábátmérőt 5μ -ra, akkor $2,5\mu$ -os raszterméretet kapunk, valamint a minimális vonalvastagságra 5μ -t. Megállapítjuk, hogy ebben az esetben a számítógépben ábrázolt képnek $2,5\mu$ -onként kell információt adni a leképezendő képről /azaz $2,5\mu$ -os raszterben kell ábrázolni a képet/, a számítógépnek meg kell vizsgálni,

hogy minden $2,5\mu$ -os rasterpontban van-e 5μ -os pixel vagy nincs. Ez rutinszerű munkát ad a számítógépnek, nem okoz idővesztést. Továbbá, két egymás mellett futó szekn 50 %-ra átfedi egymást, ami a film feketedési görbéjének ellaposodását igényli.

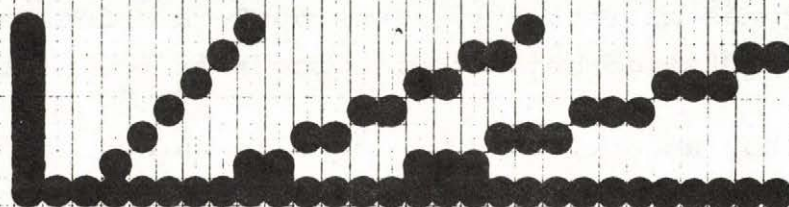
A kiindulásból adódik, hogy a minimális ábrázolható vonalméret 5μ és a programozható vonalszakaszok $5\mu + n \times 2,5\mu$ -osak, ahol $n = 0, 1, 2, \dots, k$. Végezetül, az általános helyzetű egyenesek és az ívek elfogadható sima határoló görbével rendelkeznek. Ennek illusztrálására adjuk az 5. ábra sorozatot, ahol az 5/a. ábra az 5μ -os raster, sugárnyalábátmérőt és minimális vonalvastagságot, az 5/b. ábra az 5μ -os raster, sugárnyalábátmérőt, de 10μ -os minimális vonalvastagságot, az 5/c. ábra a $2,5\mu$ -os raster 5μ -os sugárnyalábátmérőt és minimális vonalvastagságot, az 5/d. ábra pedig a $2,5\mu$ -os raster, 5μ -os sugárnyalábátmérőt és a $7,5\mu$ -os minimális vonalvastagságot mutatja 1000-szeres nagyításban.

Tekintsük most a kicsinyítést mutató számsorozatot és nézzük meg, hogyan viselkedik a javasolt $r = 2,5\mu$, $d = 5\mu$, $V_{\min} = 5\mu$ rendszer.

Méretarány	1:21	1:29,7	1:42	1:48
Leképzett vonalvastagság	10μ	7.5μ	5μ	5μ
Leképezendő vonalvastagság	0.2μ	0.2μ	0.2μ	0.25μ

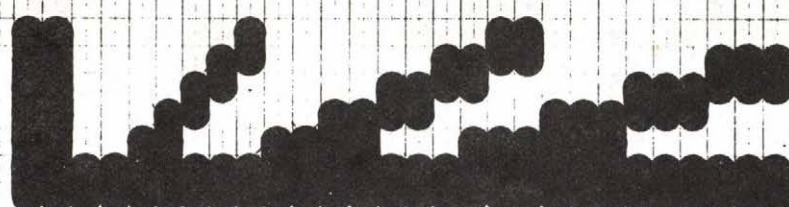
A táblázat kiértékelése a következőket mutatja:

- az 1:21, 1:29,7, 1:42 kicsinyítések mellett a javasolt rendszer megvalósítja a legvékonyabb vonal leképezését;



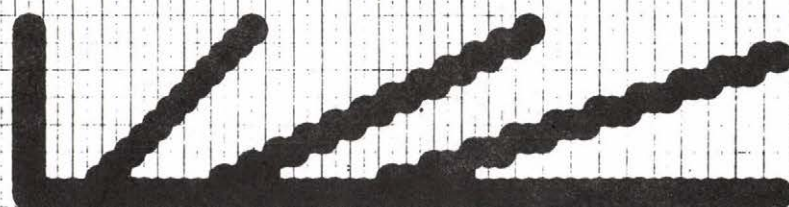
5/a. ábra

$$r = 5\mu, \quad d = 5\mu, \quad V_{\min} = 5\mu$$



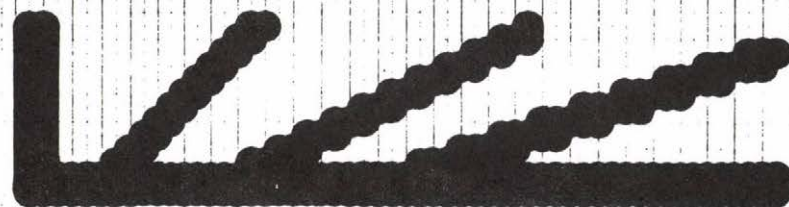
5/b. ábra

$$r = 5\mu, \quad d = 5\mu, \quad V_{\min} = 10\mu$$



5/c. ábra

$$r = 2,5\mu, \quad d = 5\mu, \quad V_{\min} = 5\mu$$



5/d. ábra

$$r = 2,5\mu, \quad d = 5\mu, \quad V_{\min} = 7,5\mu$$

ábra: A raszterméret, a sugárátmérő és a minimális
vonaltvastagság különböző esetei

- a javasolt rendszer 1:48-as kicsinyítésnél az S/3 képzésű vonalsorozatok közül a legvékonyabb vonalat /0.2 mm/ nem tudja leképezni, ugyanígy a legkisebb szabványos betűméretet /2.5 mm/ sem. Ellenben le tudja képezni az S/3-as rendszerben a következő nagyságot /0.25mm/, a szabványos betű méret sorozatban is a következő nagyságot /3.5 mm/ és az S/2 képzésű vonalsorozatoknál a legvékonyabbat is /0.25 mm/.

Ezekkel a megkötésekkel a javasolt rendszer $r = 2,5\mu$, $d = 5\mu$, $V_{\min} = 5\mu$ megfelelő vonalminőséggel képes 1:48-as kicsinyítésű leképzésre és megkötések nélkül az 1:21, 1:29,7, 1:42-es kicsinyítésű leképzésre.

2.5 Időviszonyok

Raszteres ábrázolásnál a rajzolási idő független a mikrofilmlapra felvitt dokumentumok számától és azok bonyolultságától, mivel az egész felületet a sugárnyalábnak mindenféleképpen végig kell pásztázni. Így nem követünk el hibát, ha a mikrofilmlapra a szabvány szerint maximálisan felvihető A/4-es dokumentumok számából indulunk ki. Amint azt a 2.1 fejezetben láttuk, ez 69 db A/4-es formátum. Ha most feltesszük, hogy az egész mikrofilmlap rajzolásához 1 óra szükséges, akkor ez azt jelenti, hogy 52 másodperc szükséges egy A/4-es dokumentum felviteléhez. Ez az idő egy nagyságrendbe esik a ma használatos "step and repeat" gépek idejével /40' ~ 80'/, amelyeknél a dokumentumok előkészítése, az objektív "alátétele" kézi módszerrel, az objektív fókuszálása és a mikrofilmlap léptetése automatikusan történik. Itt azonban újólá hangsúlyozzuk, hogy idő, munkaerő megtakarítás mindenféleképpen van, hiszen a dokumentumot nem kell fizikailag elkészíteni /lerajzolni vagy gépelni/.

Vizsgáljuk most tovább, hogy az 1 órás teljes rajzolási idő, milyen viszonyokat, megkötéseket jelent az alkalmazott film és a tervezendő berendezés számára.

A rajzolási idő függ:

- a felbontástól, azaz a rasztermérettől $/r/$;
- a filmérzékenységtől;
- a fényforrás energiájától;
- a mechanika kialakításától;
- az információ feldolgozás sebességétől.

A 2.4 fejezetben mondottak alapján a következő adatokból indulunk ki:

a mikrofilmlap mérete $105 \times 148 \text{ mm}$

a raszterméret: $r = 2,5\mu$

a sugárnyaláb átmérő: $d = 5\mu$

Feltételezzük, hogy

- a film érzékenysége és a sugárforrás energiája lehetővé teszi az $1 \sim 2 \mu\text{sec}$ -os raszterenkénti expozíciós időt $/\tau_{\text{exp}}/$;
- az elektronika ilyen sebességgel tudja szolgáltatni az adatokat;
- a sugáreltérítő rendszer, egy sugaras;
- a mechanikai megoldás olyan, hogy a szkennelés iránya a mikrofilmlap hosszabbik oldalával párhuzamos, hogy a teljes mozgás hossz /mind síkágys, mind forgódobos megoldásnál/ 2,2-szerese a mikrofilmlap hosszabbik oldalának, hogy a mechanika tudja biztosítani az exponálási időnek megfelelő mozgatási sebességet.

Akkor írhatjuk:

A szkennelési irányú rasterizációs szám:

$$l_{\text{szken}} = \frac{148}{2,5} \cdot 10^3 = 59.200 \text{ db raster egység}$$

A szkennelési irányú mérőleges rasterizációs szám:

$$l_{\text{mérőleges}} = \frac{105}{2,5} \cdot 10^3 = 42.000 \text{ db raster egység}$$

A teljes mikrofilmlemez pixel száma:

$$\begin{aligned} \Sigma P &= l_{\text{szken}} \times l_{\text{mérőleges}} = \\ &= 59,2 \cdot 10^3 \times 42 \cdot 10^3 = 2,4864 \cdot 10^9 \text{ pixel} \approx \\ &\approx 2,5 \text{ Gigapixel.} \end{aligned}$$

Az egy szkennelési rajzoláshoz szükséges idő:

$$\begin{aligned} t_{\text{szken}} &= l_{\text{szken}} \times \tau_{\text{exp}} = \\ &= 59.200 \times 1 \cdot 10^{-6} = 59,2 \text{ msec} \end{aligned}$$

A teljes felület rajzolásához szükséges idő:

$$\begin{aligned}\Sigma t_{\text{szken}} &= t_{\text{szken}} \times l_{\text{merőleges}} = \\ &= 59,2 \cdot 100^{-3} \times 42 \cdot 10^3 = 2486,4 \text{ sec} \approx 2500 \text{ sec}\end{aligned}$$

A tényleges rajzolási idő:

$$T = 2,2 \Sigma t_{\text{szken}} = 2,2 \times 2500 \text{ sec} = 5500 \text{ sec} \approx 1 \text{ óra } 32 \text{ perc}$$

Feltételezve továbbá, hogy a mechanikai konstrukció forgódobos, akkor számolhatjuk a dob átmérőt és fordulatszámot.

A dob kerülete $/K_{\text{DOB}}/$:

$$K_{\text{DOB}} = 2,2 \times 148 = 325,6 \text{ mm}$$

$$d_{\text{DOB}} = \frac{325,6}{\pi} \approx 103,7 \text{ mm}$$

A dob fordulatszáma $/n_{\text{DOB}}/$:

$$n_{\text{DOB}} = \frac{1}{\frac{K'_{\text{DOB}}}{r} \cdot 10^3 \times \tau_{\text{exp}} \cdot 10^{-6}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{325,6}{2,5} 10^3 \times 1 \cdot 10^{-6}} = 7,6 \text{ ford/sec.}$$

A tényleges rajzolási időre adódó 1 óra 32 perc közel 50 %-al lépi túl a kívánatosnak tartott időt. Nem elemezve a rendszerben rejlő esetleges tartalékokat, a minőségi javulást a rajzolási idő tekintetében a kétsugaras rendszer megvalósításában látjuk. Ekkor a tényleges rajzolási idő a felére csökken, azaz

$$T_{2\text{sugaras}} = \frac{T}{2} \approx \underline{\underline{46 \text{ perc}}}$$

Összefoglalva a fejezetben tett fejtegetéseket, becsléseket, a mikrofilmlap rajzoló berendezésről a következőket tudjuk mondani:

- raszterméret $r = 2,5$;
- sugárnyaláb $d = 5$;
- tényleges rajzolási idő $T \approx 1$ óra;
- 1:21, 1:29,7, 1:42 kicsinyítések által követelt igényeket teljesen kielégíti;
- 1:48 kicsinyítés esetén a legkisebb vonalvastagságot és betűnagyságot nem teljesíti, a többi igen;
- a berendezéssel lehetőség nyílik szabványon kívüli tetszőleges kicsinyítésű és méretű ábrák rajzolására, ha a kicsinyítés mértéke a minimális vonalvastagság feltételét kielégíti, ugyanis a transzformáció a számítógép program feladata.

A következőkben megvizsgáljuk az alkalmazható lézersugár-
érzékeny filmanyagokat, számba vesszük a szóba jöhető szerkezeti
kialakításokat és javaslatot teszünk a konkrét berendezés kiala-
kításra.

3. LÉZERSUGÁRZÁSRA ÉRZÉKENY FOTÓANYAGOK

A COM rendszerekhez általában Argon /488-515 nm/ és Helium-Neon /632,8 nm/ lézerek használatosak fényforrásként, az alkalmazandó fotóanyagnak tehát ezen hullámhosszuságu sugarakra kell érzékenynek lennie. A célra elméletileg az ezüst-halogenid fotóanyagok és a nemezüst alapu anyagok egyaránt alkalmasak.

3.1 Ezüst-halogenid anyagok

Lézersugaras expozícióra a fotóanyaggyárak speciális fotóanyagokat dolgoztak ki. Ezek a lézerfényszedő- és a holográfiai anyagok. Mellettük azonban a pankromatikus mikrofilmek és nyomdatechnikai anyagok is figyelmet érdemelnek.

A *lézerfényszedőanyagok* mind átlátszó hordozóval /elsősorban poliészter film/, mind papir alappal készülnek. A filmek fényudvarmentesítő réteggel is rendelkeznek. Minthogy a nyomdatechnikában használt fényszedőgépek Helium-Neon lézert alkalmaznak, a fotóanyagok a spektrum vörös tartományára /590 - 680 nm/ érzékenyek, az érzékenységi maximum a 630-640 nm határok között található. Az Agfa és a Kodak cég lézerfényszedő filmjeinek az az érdekessége, hogy az ezüst-halogenid a saját elnyelés tartományában kisebb érzékenységgű, mint a szinérzékenyített régióban.

A lézerfényszedőfilmek közepes kontrasztosságu anyagok / $\gamma = 2-3$ /, a fényszedőgépek expozíciós tartományában csak igen kismértékben szórják a lézersugarakat, mindemellett viszonylag kicsiny a feloldóképességük / $R = 140-160 \text{ mm}^{-1}$ /, ami alig több, mint egy kisérzékenységgű /25...50 ASA/ felvételi anyag feloldóképessége.

Lézersugárárzékenységgük a $3-40 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ tartományba esik, s ezt ultrarövid, 10^{-7} s expozíciós idővel produkálják. Kidolgo-

zásuk hagyományos összetételű, de gyorsan dolgozó oldatokkal valósítható meg. Erre a célra tekercsek kidolgozására alkalmas kidolgozó berendezéseket használnak.

A korszerű fényszedőfilmeknek nagy az expozíciótűrésük, maximális denzitásuk ca. 0,6-0,8 log H tartományban nem változik. Ezáltal kevésbé érzékenyek a megvilágító fény intenzitásának változására.

A *holográfiai anyagok* filmhordozón és üveglemezen kerülnek forgalomba. Az előbbieket fényudvarmentesítő réteggel is rendelkeznek. Spektrális érzékenyítésük kétféle. Egyik részük az 500-700 nm, másik részük a 400-550 nm hullámhosszuságú lézersugarakra érzékeny, így a He-Ne és Ar mellett egyéb lézerekhez is használhatók.

A holográfiai anyagok ezüst-halogenid kristályainak mérete 30-90 nm határok között mozog, ami a szokásos anyagokéihoz képest jóval kisebb, így ezeknek az optikai feloldóképessége igen magas, $2000-5000 \text{ mm}^{-1}$ /a 30-37 nm-es kristályokat tartalmazó rétegeké 5000 mm^{-1} /.

A képelőállításhoz szükséges expozíció is változó, a 2000 mm^{-1} feloldóképességű anyaghoz $0,3-0,5 \mu\text{J}/\text{cm}^2$, az 5000 mm^{-1} feloldóképességűekhez $20-60 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ szükséges. A lézerfényszedő anyagokkal szemben itt az expozíció időtartama nagyságrendekkel nagyobb.

A *pankromatikus mikrofilmek* átlátszó triacetát vagy poliészterhordozón készülnek, rendszerint fényudvarmentesítő réteggel. A 400-510 ill. 600-690 nm hullámhossz tartományban rendelkeznek fényérzékenységgel. Elsősorban He-Ne lézerrel történő megvilágításuk célszerű.

Feloldóképességük $300-400 \text{ mm}^{-1}$. Lézersugárérzékenységük az igen rövid 10^{-7} s / expozíciónál általában kicsiny. A megvilágítás idejének növelésével $10^{-3} - 10^{-1}$ s-ig már $0,1-50 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ expozícióval kellő maximális denzitást adnak.

Teljes kidolgozásuk a száraz filmig a szokásos feltételek mellett is gyorsan /10 percen belül/ megvalósítható. Lapokban, vagy 35, 70 ill. 105 mm szélességű, különböző hosszúságú tekercsekben kerülnek forgalomba.

A lézeres megvilágítás szempontjából a nyomdatechnikai anyagok közül a *pankromatikus lith-filmek* is érdeklődésre tarthatnak számot. Ezek átlátszó poliészter hordozón, fényudvarmentesítő réteggel készülnek. A 600-660 nm-es hullámhossztartományban érzékenyek.

Lézersugárárzékenységük a lézerfényszedőfilmekéivel azonos, nagyobb méretű kristályaik azonban erősebben szórják a fényt. E két tényező miatt feloldóképességük sem nagy /140-160 mm⁻¹/.

A lith-filmek nem lith-előhívóban is nagy kontrasztot és nagy maximális denzitást adnak. Lapokban és tekercsekben kerülnek forgalomba.

3.2 Nemezüst alapu anyagok

Lézersugarakkal történő megvilágításhoz a diazo- és vezikuláris anyagok, az elektrofotográfiai rétegek és a hőérzékeny anyagok használhatók.

A diazo- és vezikuláris technológiák diazóniumsók fény hatására bekövetkező lebomlásán alapulnak. A diazoanyagok pozitívot, a vezikuláris anyagok negatívot szolgáltatnak.

A *diazofilm* 50-175 µm vastagságú poliészterhordozóból, s a rajta elhelyezkedő 4-8 µm vastag cellulózészter rétegből áll, amely a 3 főkomponenset, a diazóniumsót, a kapcsolószert és a stabilizációs célra szolgáló savat, illetve egyéb adalékot tartalmaz.

A diazofilmek kék, kékes-fekete vagy fekete színű képet adnak. A spektrum ultraibolya tartományában érzékenyek. Hg lámpával vagy argon-lézerrel világíthatók meg. Előhívásuk speciális berendezésben, ammóniával valósítható meg. Feloldóképességük elérheti a 10000 mm^{-1} értéket, aminek határt csak az optikai rendszer teljesítőképessége szabhat. Lézeres expozícióval 3000 mm^{-1} -nél nagyobb feloldóképességet mutattak ki.

Fénystabilitásuk korlátozott, ez azonban csak nagyarányu, 100-szoros kicsinyítéskor okoz problémát, amikor egy-egy kiválasztott területet több órán át kell szemlélni. Hőstabilitásuk megfelelő.

Fényérzékenységük 6 nagyságrenddel kisebb, mint az ezüst-halogenid anyagoké. He-Cd lézer 442 nm-es vonalával a megfelelő diazoniumsót használva, 5 mJ/cm^2 expozícióval $\sim 2D$ érhető el filmen. Inkább duplikált anyagként célszerű használni, vizhűtéses Hg vagy Ga-Hg lámpákkal exponálva, de így is 5 mp-es az expozíciós idő.

A *vezikuláris film* poliészter hordozóból, /vastagsága 50-175 μm / s 3-6 μm vastagságu polimerretegéből áll. Az utóbbit tartalmazza a diazoniumsót, a színezéket és a csiraképzőszert, amely elősegíti a fény hatására bekövetkező nitrogén-buborékok képződését a rétegben. /Ezek alkotják a diszkrét képpontokat/.

A vezikuláris filmek feloldóképességét a buborékméret szabja meg, ami $400-500 \text{ mm}^{-1}$ határok között változhat. Fénystabilitásuk jó: 200-szoros kicsinyítésű dokumentum hosszú szemlélése sem okoz problémát, még nagy fényintenzitások mellett sem. Hőstabilitásuk is megfelelő. A keletkezett kép tárolhatósága extrapoláció alapján 1000 év.

Érzékenységük nagyon kicsiny, a diazofilmekével megegyező. A KALVAR cég KDR jelű anyaga Argon lézerrel beexponálható, de nem áll rendelkezésre pontos adat a megvilágítás nagyságára.

Hátrányai: hajlamosabbak a karcolásra, ami denzitásvesztést okoz. Ugyanez következik be a buborékok összenyomódásakor a szennyezőrészecskék által kifejtett nyomás hatására.

Az elmúlt 10-15 évben a vezikuláris filmeket általánosan használták az ezüst-halogenid anyagok helyett duplikációs műveletekben.

Hőérzékeny filmet fejlesztett ki a COM rendszerhez a japán Fuji cég. Expozícióhoz argon és helium-neon lézert használnak. A film közvetlenül a rögzítés után, bármilyen kezelés nélkül alkalmazásba vehető. Az LDF /Laser Direct-recording Film/ 100 μm vastagságú poliészterhordozón elhelyezkedő aláöntésből, ön- ill. ónszulfid-részecskéket tartalmazó, 1 μm -es képalkotó rétegből és az ezen elhelyezkedő 10 μm vastag védőrétegből áll.

Ha az LDF anyaghoz lézersugárzást alkalmazunk, a megvilágított területen a hőmérséklet jelentősen megemelkedik, megolvad a fémréteg, s a felületen kis globulák keletkeznek.

Az LDF érzékenysége 80 mJ/cm^2 , 0,25 s/lap sebességnél, 42-szeres kicsinyítés mellett. A feloldóképességre nincs adat, megjegyzik azonban, hogy a határértéket a lézerfolt mérete határozza meg. Kitűnő a képstabilitása. Kémiai kezelést nem igényel, nem toxikus.

A hőérzékeny rétegek közé tartoznak az ún. *GLIMM-polimerek* is. A 690 ill. 1060 nm hullámhosszuságú lézersugarakkal exponálható rétegek érzékenysége $5\text{-}50 \text{ mJ/cm}^2$, feloldóképességük $1000\text{-}2000 \text{ mm}^{-1}$ határok között mozog. Ugy működnek, hogy a lézersugárzás jelentős részét elnyelve az interferenciamező maximumának helyén rövid helyi felmelegedés következik be ami a réteg lebontásához vezet.

A lézersugaras képalkotáshoz *elektrofotográfiai* réteg is használható. A printer egység alapeleme egy forgó dob, amelynek felülete fotóvezető Se-Te réteggel van bevonva /forgási sebesség 111 mm/s./ A lézersugarakat videojelek modulálják, a pásztázást

forgó tükör valósítja meg. Az expozíció nyomán keletkező elektrosztatikus töltésképet tónusanyaggal /színes por/ hívják elő, majd papírra viszik át.

A félvezető lézer 785 nm hullámhosszuságú sugarakat bocsát ki, a potenciál 50 %-os csökkenését 1-1,2 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ expozíció biztosítja. Feloldóképesség 300 mm^{-1} .

A képalkotásra alkalmas fotóanyagok jellemző képviselőinek tulajdonságait a 8. táblázat foglalja össze.

8. Táblázat: Lézersugarakra érzékeny fotóanyagok tulajdonságai

Fotóanyag	Megvilágítás $\mu\text{J}/\text{cm}^2$	A lézer fajtája	Optikai denzitas		Exp. idő s	Spekt. érz. nm	Feloldó- kép. mm^{-1}
			D_{max}	D_{min}			
1. AGFA lézer-fényszedőfilm	3,5	He-Ne	$2,2^{/1}$	0,10	10^{-7}	632,8	160
2. AGFA Litex	3,5	"	$2,2^{/1}$	0,13	"	600,- 660	160
3. ORWO FP-6 technikai film	3,5	"	$2,2^{/1}$	0,10	"	600,- 600	
4. FUJI HR mikrofilm	2,0	"	$0,5^{/1}$	0,05	"	600- 660	300
5. Mikrat-300 /SZVEMA/	0,25	"	$2,4^{/2}$	$>0,20$	10^{-3}		140!
	0,125	"	$2,3^{/1}$	$>0,20$	10^{-7}		
6. AGFA Holotest 10E75	3	"	$3,7^{/2}$	0,10	"	632,8	2000
7. KODAK holográ- fiai film	20,- 40	"				632,8	2000
8. Vezikuláris film	5000	He-Cd	1,5	0,10		320,- 480	200
9. Diazomikrofilm		Ar				390,- 410	1000
10. FUJI LDF /Laser Direct Recording Film/	80	"	2,0	0,20	10^{-2}	515	
11. FORTE lézer fényszedőfilm	5	He-Ne	$2,2^{/1}$	0,10	10^{-7}_s	632,8	160
12. FORTE Microprint	130	He-Ne	$2,2^{/1}$	0,10	10^{-7}	632,8	200

M e g j e g y z é s e k: 1./ 25 μm szélességű vonal mikrodenzitása
2./ 1 cm átmérőjű folt denzitása

4. AZ INFORMÁCIÓRÖGZÍTÉSRE HASZNÁLHATÓ ANYAGGAL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK

4.1 Lézersugár érzékenység

A felhasználandó fotóanyag lézersugárérzékenységét a berendezéstől elvárt teljesítmény határozza meg. Eszerint olyan fényérzékeny rétegre van szükség, amely 10^{-6} s expozíciós idővel, legfeljebb $500 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ energiájú megvilágítással 3,0D optikai denzitást biztosít.

E jellemzők között az igen rövid expozíciós idő a legkritikusabb, minthogy mindegyik fotóanyag rendelkezik kisebb-nagyobb mértékű viszonyossági hibával. Ez azt jelenti, hogy a fotóanyagra jutó $H = I \cdot t$ megvilágítottság azonossága esetén is lehet a fotografiai eredményben eltérés, ha a szorzótényezők értékeit megváltoztatjuk. Ez a túl rövid és túlságosan hosszú expozíciós időknél az optikai denzitás csökkenését vonja maga után. Kaphatunk tehát egy fotóanyagon a szokásos $10^{-3} - 10^{-1}$ s expozíciós időekkel elegendő feketedést, H állandósága esetén sem szükségszerű, hogy 10^{-6} s-nyi megvilágítással ugyanazt az optikai denzitást megkapjuk.

A jelenség kiküszöbölésére a fényérzékeny emulzióba speciális adalékokat visznek. Ezek úgy működnek, hogy a nagyenergiájú megvilágítás hatására lavinaszerűen keletkező fotóelektronok és fotólyukak rekombinációját megakadályozzák a lyukak befogásával.

4.2 Kontrasztosság

Annak ellenére, hogy adott célra történő felhasználáskor a fényérzékeny rétegen csak "fekete" és "fehér" területek lehetnek, mégis szükség a fotóanyag nagy kontrasztosságára,

hanem elegendő annak egy minimálisan szükséges értéke. Ez azzal van kapcsolatban, hogy a "fekete" és "fehér" részek közötti elegendően nagy, pl. $\Delta D = 3,0$ denzitáskülönbség esetén a fotóanyag gradációjának csak annyiban van szerepe, hogy a szórt fény hatására ne exponálódjanak be a megvilágítást eredetileg nem kapott helyek. A fotóanyag ugyanis annál kontrasztosabb, minél kisebb megvilágítás-különbségre minél nagyobb optikai denzitás-különbség jut, /minthogy a kontrasztosság definíciója $G = \Delta D / \Delta \log H /$, azaz, a fotóanyag ezüst-halogenid kristályai érzékenységet tekintve minél homogénebbek. Másszóval, a $\Delta D = 3,0$ denzitáskülönbség létrehozásához szükségesnél lényegesen kevesebb megvilágítások (= szórt fény/ hatására a fotóanyag már nem reagál. Így ha a szórt fény által előidézett denzitás legfeljebb 0.10 lehet, 10 %-os fényszóródás esetén $G > 3.0$, 5 %-os fényszóródás mellett $G > 2.3$, 3 %-os fényszóródás esetén már $G > 1.97$ elegendő, ha ΔD mindegyik esetben 3.0 marad.

Az elmondottakból következik, hogy a lézersugaras megvilágítás esetén különösen fontos szerepe van a fotóanyagban végbemenő fényszóródásnak.

4.3 Fényszóródás

A fényszóródás rontja a jel/zaj viszonyt, tehát információvesztést jelent. Függ a fényérzékenységet hordozó részecskék méretétől, a hordozó és a fényérzékeny réteg törésmutató-különbségétől, a rétegek vastagságától, s a fényudvarmentesítés mértékétől. Ha a részecskék molekuláris méretűek, nem szórják a fényt, mint pl. a diazoanyagok, a többi tényező azonban ilyen esetekben is hat.

A fényszóródás a részecskeméret csökkenésével mérséklődik. Ezzel egyidejűleg növekszik a feloldóképesség, s javul az átviteli tényező.

Adott célra, amikor 5 μm -es lézerfolttal exponálunk, legalább 200 mm^{-1} feloldóképességű anyagra van szükség. A zavaró tényező hatása miatt azonban célszerű 300 mm^{-1} feloldóképességű anyagot választani.

A fotóanyagnak rendelkeznie kell a hordozó hátoldalán megfelelő fényudvarmentesítő réteggel is.

4.4 Fizikai tulajdonságok

A rétegek fizikai tulajdonságai között a hordozó minőségét, a fényérzékeny réteg mechanikai tulajdonságait, a fotóanyag méreteit és kidolgozhatóságának feltételeit, illetve a kép tárolhatóságát kell figyelembe venni.

A fotóanyag *hordozójának* elegendő szakítószilárdsággal és mérettartással kell rendelkeznie. Ezeket a tulajdonságokat a polietilén-tereftalát /poliészter/ biztosítja.

A *fényérzékeny rétegnek* is elegendően szilárdnak kell lennie, hogy a kezelés és kidolgozás alatt felülete ne szenvedjen sérülést. Különösen vonatkozik ez a zselatintartalmu ezüst-halogenid fotóanyagokra. Ezeknek elegendően cserzettnek kell lenniök abból a szempontból is, hogy a réteg a lugos előhívóoldatban minimális mennyiségű vizet vegyen fel. Csak ebben az esetben biztosítható ugyanis, hogy a kidolgozott réteg az üzemi idő alatt megszáradjon a kidolgozó berendezésben. Másfelől, az erős cserzettség a fedőképesség csökkenése miatt denzitásvesztést okoz, ezért a réteg optimális tulajdonságainak beállítása nagy gondosságot igényel.

A fotóanyag *méreteit* szabványok írják elő, pl. a DIN 19054 /1981/. A COM rendszer kétféle formátumot alkalmaz, a 16 mm-es tekercset és a 105 x 148 mm-es lapokat, az ún. "microfiche"-t. Ezek előállítására minden fotóanyaggyárban lehetőség van.

A fotóanyag *kidolgozásának körülményei* két szempontból érdemelnek figyelmet. Egyfelől biztosítani kell a mindig azonos képminőséget, másfelől, a munka nagy termelékenységét. Mindkét feltételt gépi kidolgozással érhetjük el. A fotópiacon mind tekercsek, mind lapok kidolgozására alkalmas berendezések forgalomban vannak. Az ezüst-halogenid alapu mikrokártyákhoz a 90 s-os teljes kidolgozási időt lehetővé tevő röntgenfilm kidolgozó berendezések látszanak a legmegfelelőbbeknek. A nem-ezüst alapu filmekhez adott anyagra specifikus berendezések állnak rendelkezésre.

Az információk tárolhatósága a fotográfiai *kép stabilitásától* függ. Az ezüst-halogenid anyagokon keletkezett ezüstkép elegendően stabil, 100 év feletti időtartamig is tárolható, ha a kidolgozás után nem marad benne vissza tioszulfát. A réteg cserzettsége kellő hőstabilitást biztosít, mindemellett 90-100 °C feletti tartós hőhatásnak nem célszerű kitenni. Az ezüst-halogenid anyagokon létrehozott képek szakszerű tárolásának a feltételeit nemzetközi szabvány ajánlások /ISO 5466 és 6051. sz. ajánlások 1980-ból/ írják le.

A nemezüst alapu anyagok közül a kép tárolhatóságának követelményeit legjobban a vezikuláris anyagok elégítik ki.

5. MÓDSZEREK

5.1. A leképezés módja

A dokumentumok mikrofilmlapra történő leképezésének módszerét a következő képen csoportosítjuk:

- Hagyományos fotótechnikai eljárás. A leképezni kívánt dokumentum papíron vagy más hasonló anyagon /pausz/ rendelkezésre áll. Megfelelő kicsinyítéssel "step and repeat" módszerrel, félautomatikusan a dokumentumokat ráfotózzák a mikrofilmlapra. Általában az eljárásban a dokumentumok kiválasztása, felfogása kézzel, vákum segítségével történik. A kicsinyítés, a fókuszálás, a mikrofilmlap léptetése automatikusan megy végbe.

Az eljárás jellemzője:

- a dokumentumokat ténylegesen el kell készíteni, azaz meg kell rajzolni ezeket;
- a teljes automatizálása a folyamatnak költséges;
- A számítástechnika fejlődésének eredményeképpen létrejött eljárás. A számítógép memóriájában van tárolva a leképezni kívánt dokumentum. Ezt vagy közvetlenül a memóriából, vagy a katódsugárcsőből képezzük le a mikrofilmlapra. A leképezés lényegileg háromféleképpen történhet.

- Fotótechnikai eljárással katódsugár csőről.

Az eljárás jellemzője:

- a kép kicsinyíthetőségének határt szab a képcső felbontóképessége;
- nem igazán műszaki rajzok mikrofilmlapra vitelére szolgál;

- Vektoros módszer. A leképezni kívánt dokumentum vektoros formában van tárolva a számítógép memóriájában. A leképezés a mikrofilmlapra történhet elektronsugaras rajzolással speciális anyagra, vákumban, vagy lézerfényvel valamilyen eltérítő rendszerrel.

Az eljárás jellemzője:

- a vektoros adatmegadási mód tömör, így viszonylag kevés adat mozgatást és kisebb memóriakapacitást igényel;
 - a különböző vonalvastagságok leképezéséhez szükséges változó sugárnyalábátmérő megvalósítása nehéz és drága;
 - a szimbólumok, betűk leképezése nehézkes, mivel vagy vektorosan meg kell adni minden elemi vonalat ami a szimbólumot alkotja, vagy a szimbólumoknak külön revolverfejes vetítőtárcsát alkalmaznak.
- Raszteres módszer. A leképezni kívánt dokumentum raszteres formában van tárolva a számítógép memóriájában. A leképezés a mikrofilmlapra történhet fény- vagy lézer-dióda sorral, vagy modulált lézerfényvel.

Az eljárás jellemzői:

- a raszteres adatmegadás nagy információ mennyiséget igényel;
- a tároláshoz, adatátvitelhez célszerű az információt tömöríteni, így a rajzoláshoz azt vissza is kell alakítani /kompresszálni és dekompresszálni/;

5.2. A mozgatás módja

A rajzolat elegendően gyors előállításához, mind a vektoros, mind a raszteres ábrázolási módnál szükség van a sugárnyaláb és a mikrofilmlap mozgatására.

A sugárnyaláb mozgatására négy lehetőség van: rezgő tükör, forgó tükör, deflektor, a vetítő optika mechanikus mozgatása.

A rezgő és forgó tükör megoldás nagypontosságú és kényes finommechanikát igényel, a sugáreltérítési rendszerből adódó sugárnyaláb differenciák kompenzálására $f-\theta$ lencse szükséges, vagy bonyolult mikrofilmlap ágyat kell alkalmazni, kényes a környezeti rezgésekre, a pontos pozíció betartása és a pozíció mérése nehéz, a forgó tükör lapszögeinek türesét igen kis értékhez kell tartani a torzításmentes leképezéshez.

A deflektoros eltérítés néhány fokos eltérítést tud megvalósítani, éppen ezért ezt kombinálni szokták a mikrofilmlap mechanikai mozgatásával.

A vetítő optika mechanikus mozgatását a szokásos meghajtó eszközök /egyenáramu-, léptető-, lineáris motor/ biztosítják a hagyományos mechanikai erőátviteli és megvezető elemeken keresztül.

A mikrofilmlap mozgatása kétféleképpen történhet, vagy síkban mozgó, transzlációs asztallal, amely x, y irányban vagy csak az egyik tengely mentén képes mozogni, vagy forgó dobbal. A forgódobos megoldást leszámítva a mechanikai mozgások egyik nehézsége a mechanikai tömegek gyorsításából adódik. Ez fennáll akár a mikrofilmlap mozog, akár a vetítő optika.

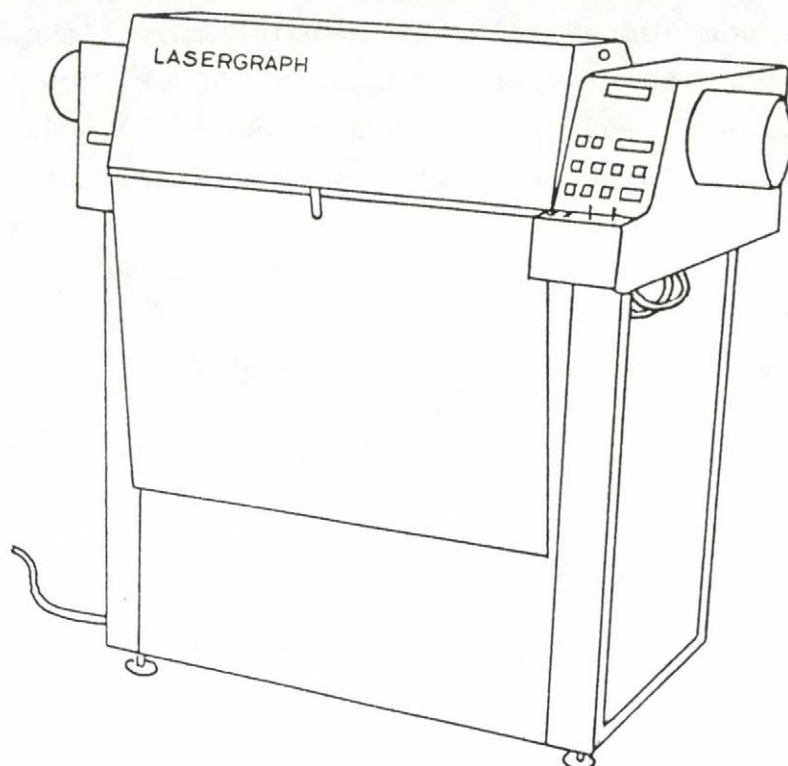
A vázolt nehézséget a mikrofilmlap dobra való rögzítésével meg lehet kerülni, amely által az egyenesvonalu alternáló, gyorsuló-lassuló mozgást át lehet alakítani egyenletes forgómozgássá. A vetítő optika a dob palástja mentén szakaszosan

mozog léptetőmotoros meghajtással, a megkívánt pontossággal. A megoldás jól definiált és különválasztott mozgásokat eredményez, amelyek nem lépnek fel sebességkorlátozó tényezőként. Nem utolsó szempontként a mechanikai alkatrészek /dob, golyósorsó stb./ szükséges pontossága a megmunkálás és az összeszerelés alatt jól kézben tartható és biztosítható.

5.3 LG-1 lézerplotter

Az LG-1 lézerplotter az MTA SZTAKI által kifejlesztett berendezés. A berendezés vázlatos ismertetését azért tartjuk szükségesnek, mert elvi és szerkezeti felépítése, működése, valamint léptékbeli változtatások után paraméterei modellül szolgálhatnak a mikrofilmlap rajzoló berendezéshez.

Az LG-1 lézergráf / 6 . ábra/ feladata számítástechnikai eszközökkel előállított grafikai és szöveges információ megjelenítése és rögzítése fényérzékeny anyagon raszter formában. Alkalmas nagyméretű rajzolatok gyors, nagy pontosságú elkészítésére. Főbb alkalmazási területei a nyomtatott áramköri filmek, IC maszkok filmjeinek előállítása, gépészeti és építészeti rajzok készítése, CAD rendszerek hard-copy állomása, térképészeti, nyomdaipar stb.



6. ábra

Az LG-1 LASERGRAPH axonometrikus képe

A berendezés specifikációja:

Film méret:	600 mm x 500 mm
Maximális rajzolható felület:	537,6 mm x 480 mm
Felbontás:	25 μ m
Rajzolási sebesség:	24 m/sec
Rajzolási idő a teljes felületre vonatkoztatva:	8 perc
Pontosság:	a referencia ponttól felvett 150 mm-es sugáron belül mérhető maximális eltérés a névleges értéktől, egy adott környezeti hőmérsékleten.

Pontosság [μm]	Hőmérséklet [20°C]
± 50	± 2
± 100	± 4

Ajánlott film: DUPONT CCPL-4 CRONAR

A film méretstabilitása:

Hőmérsékleti koefficiens százalék / $^{\circ}\text{C}$		Relatív páratartalom koefficiens százalék / % Rh	
Hívás előtt	Hívás után	Hívás előtt	Hívás után
0,0025	0,0025	0,0017	0,0014

Lézer forrás: He-Ne gáz lézer

Lézer fényteljesítmény: 5 mW

Hálózati teljesítmény: 900 VA

Hálózati feszültség: $220\text{ V} \pm 10\%$

Bemeneti adatforma: tömörített formában kódolt raszterkép

Működtetési mód: OFF LINE
ON LINE

Periféria: IZOT 5003 mágnesszalag egység

Üzem mód: Rajzolás /PLOT/
Vizsgáló ábra /PATTERN/
Öntesztelés /SELFTEST/
Kézivezérlés

Előállítható rajzolatok: Képhelyes pozitív
Képhelyes negatív
Képfordított pozitív
Képfordított negatív

Befoglaló méretek: $130\text{ cm} \times 80\text{ cm} \times 120\text{ cm}$

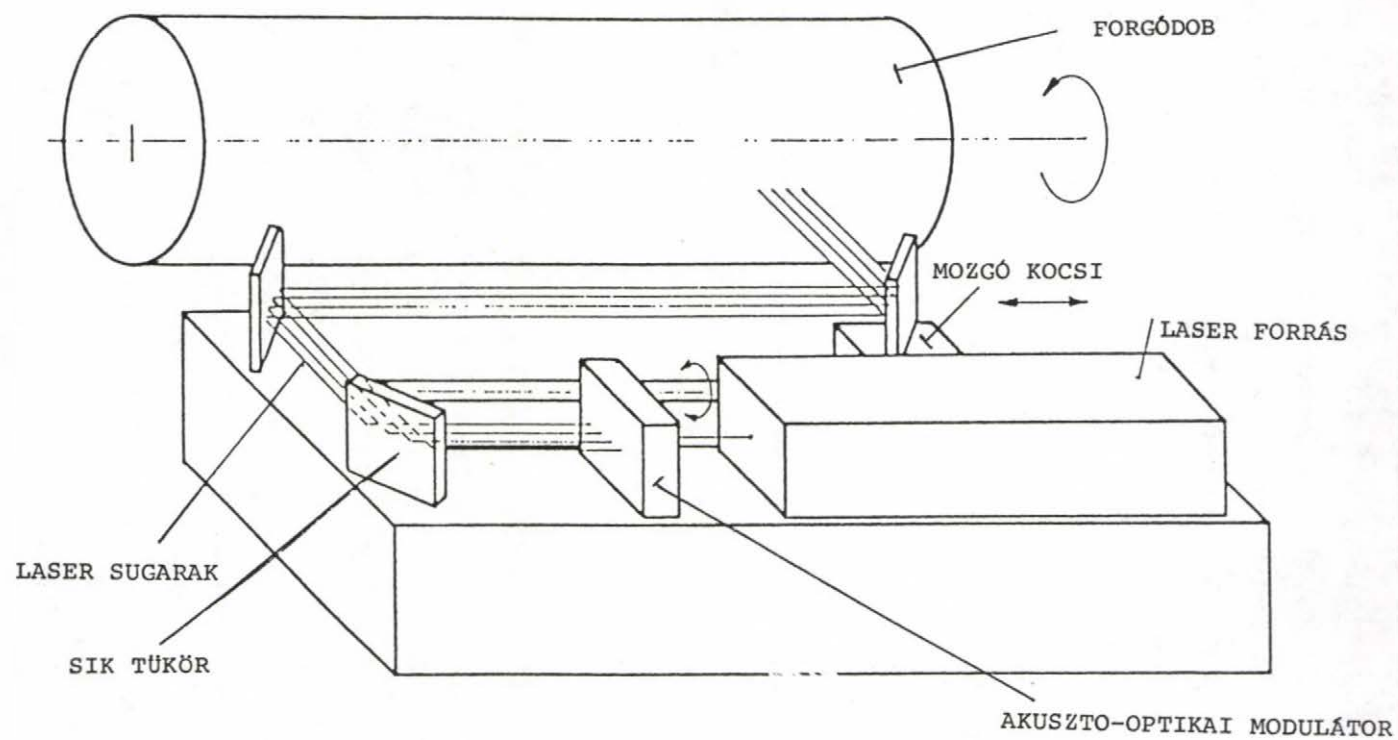
A berendezés a következőképpen működik:

A sugárforrásból kilépő lézer sugár optikai rendszeren keresztül egy akusztó-optikai modulátorba jut. Az akusztó optikai modulátor a sugárnyalábot nyolc, egymástól térben különálló és egymástól függetlenül modulálható sugárnyalábbá hasítja. A nyolc sugár a modulátorból kilépve további optikai rendszeren áthaladva világítja meg a fényérzékeny anyagot. A fényérzékeny anyag - hajlékony sík film vagy papír - egy forgó dobra van felfogva. A forgó dobbal közös tengelyen van a forgásirányu felbontást biztosító nagy pontosságú opto-elektronikus kódadó.

Az optikai rendszer utolsó eleme, a fókuszáló optika, egy mozgó kocsi-ra van felfogva. A kocsi a forgó dob alkotójával párhuzamosan tud mozogni. Mialatt a forgó dob filmmel borított része egyszer elfordul a fókuszáló optika előtt, a kocsi áll és az optikán keresztül a nyolc párhuzamos sugárnyaláb a film-en egy sávot levilágít a megjeleníteni kívánt rajzolatnak megfelelően. Amikor az optika előtt a dob palástjának szabadon hagyott része fordul el, akkor az optikát hordozó kocsi a következő sávnak megfelelő pozíciót veszi fel. A rajzolás-léptetés folyamat ezután ciklikusan ismétlődik a film teljes levilágításáig. /7. ábra/

Az LG-1 berendezés bemenő adatai mágnesszalagról vagy közvetlenül számítógéppel vihetők be. Az információ a megjeleníteni kívánt kép tömörített formában kódolt raszter képét tartalmazza.

Az LG-1 négy főegységből áll, a sugárforrásból és a hozzátartozó optikai rendszerből, a mozgó, tároló és felfogó mechanikai részekből, a mozgásokat létrehozó villamos hajtásokból és az információt feldolgozó elektronikából.



7. ábra
A sugárut egyszerűsített sematikus ábrája

Az optikai rendszer:

A sugárforrás és az optikai rendszer egy öntött alumínium asztalon van elhelyezve. A sugárforrás 5 mW fényteltjesítményű He-Ne lézer. A lézer ágyából kilépő sugárnyaláb egy fénygyengítőn, egy mechanikus fény záron és egy fókuszáló optikán keresztül haladva lép be az akusztó-optikai modulátorba. Az akusztó-optikai modulátor, nyolc, digitálisan vezérelt rádiófrekvenciás oszcillátorral van meghajtva. Ennek hatására a modulátorba belépő lézernyaláb nyolc egymástól függetlenül vezérelhető 25 μm átmérőjű sugárnyalábbá hasad.

A modulátorból kilépő sugárnyalábok egy párhuzamosító optikán keresztül haladva egy tükörrre érkeznek, amely 90° -al elfordítja a sugárnyalábok útját. A sugarakat két tükör segítségével kétszer 90° -al elforgatjuk, majd keresztül bocsátjuk a vetítő optikán, ami a sugarakat a forgó dob palástjára felfogott fényérzékeny anyagra vetíti. A legutolsó forgatást végző tükör és a vetítő optika egy mozgó kocsihoz van erősítve.

A mechanika három fő részből áll:

A mozgó részeket és az optikát tartó asztallap.

Ezen nyert elhelyezést az optikai rendszer, a forgó dob a kódadóval, a mozgó kocsi a hozzátartozó mechanikai alkatrészekkel és motorral, valamint a különböző működtető karok és kapcsolók. Az asztal a mérethelyes rajzolat előállításához szükséges mechanikai stabilitással rendelkezik. Az optikai elemek beállítása könnyen elvégezhető. A kocsi pontos mozgását léptető motorral meghajtott golyósorsó és két darab vezető rud biztosítja.

Az elektronikát tartalmazó szekrény:

Az asztallap alatti, szekrény formában kiképzett térbe került elhelyezésre a berendezés elektronikája. Így a berendezés tápegysége - külön dobozban a lézer tápegység - a hűtés célját szolgáló ventilátor egység, a rádiófrekvenciás egység, valamint kihajtható rack-ban a vezérlő elektronika. A szekrény falán nyertek elhelyezést a külső összeköttetést biztosító csatlakozók.

A napfénytöltés lehetőségét biztosító kazetta és film felfogó szerkezet:

A szekrény egyik hosszanti oldala úgy van kiképezve, hogy alkalmas a sötétben töltött kazetta behelyezésére. A fotó anyag éle a kazettából mintegy 10 mm-et kiáll. Ennélfogva a forgó dobra felszerelt és külső karral működtetett simitógörgősor segítségével a fényérzékeny anyag felfogható a dobra és visszaereszthető a kazettába.

A villamos hajtások:

A fotóérzékeny anyagot hordozó forgó dobok egy egyenáramu motor hajtha meg 300/perc fordulatszámmal. A motorral és a forgó dobokkal közös tengelyen van egy nagy pontosságú optoelektronikus kódadó. A kódadó alaposztása 1296, amit optikai úton 5-szörözzük, majd elektronikusan 4-szerezünk. Ez a kódadó biztosítja a berendezés forgásirányu 25 μm -es raszterhálóját. A forgó dobok kerülete 648 mm és alkotója 515 mm hosszú.

Az alkotómenti raszterhálót, ami ugyancsak 25 μm , a vetítőoptikát hordozó kocsi meghajtása biztosítja. A kocsi mozgását egy 200 lépéses léptetőmotor végzi. Az erőátvitelt a léptetőmotor és a kocsi között egy 5 mm menetemelkedésű golyósor biztosítja. Mivel a rajzolás egyidejűleg nyolc darab 25 μm átmérőjű sugárnyalábbal történik, a léptető motor 0,2 mm-et, azaz 8 lépést tesz meg egy szkennelés után.

Az elektronika főegységei a következők:

az információfeldolgozó elektronika, a vezérlő elektronika a motormeghajtó elektronikával, a rádiófrekvenciás oszcillátor, a kódadó elektronikája, valamint a berendezés tápegysége külön a lézer tápegységgel.

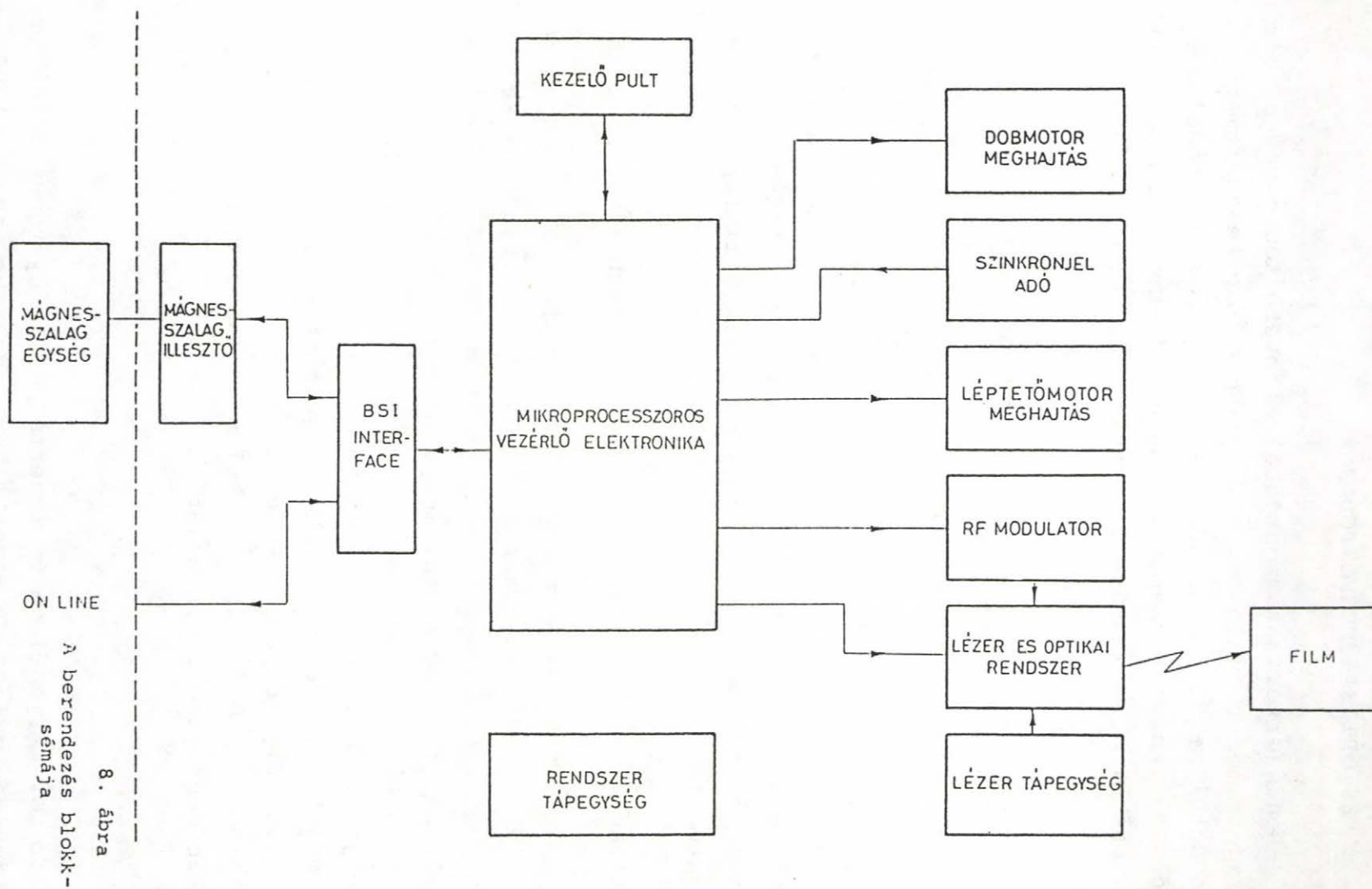
Az információfeldolgozó elektronika feladata az információáramlás és feldolgozás biztosítása. Tartalmazza az interface-t, az információ belső tárolását szolgáló puffer és munkamemóriákat, bizonyos célfeladatok elvégzését szolgáló programozható autonóm áramköröket és Z-80-as mikroprocesszort a megfelelő kiegészítő áramkörökkel.

A vezérlő elektronika feladata a motorok vezérlése az információfeldolgozó egységtől kapott adatok alapján, a motorok meghajtásához szükséges teljesítmény előállítása, valamint beállítja és ellenőrzi a rajzolás főparamétereit. A vezérlő elektronika tartalmaz egy Z-80-as mikroprocesszort a kiegészítő áramkörökkel, és a motorok meghajtását végző elektronikát. Az információfeldolgozó és vezérlő elektronika egy kihajtható rack-ben van elhelyezve.

A rádiófrekvenciás egység feladata a lézer sugarakat elterítő és moduláló frekvenciák előállítása. Az oszcillátor vezérlő bemeneteire érkezik a digitális sugárképet meghatározó digitális vezérlő jel. A rádiófrekvenciás egység 2 x 4 db különböző frekvenciájú oszcillátort, két keverő-teljesítmény végfokot tartalmaz. A rádiófrekvenciás egység külön árnyékoló dobozban nyert elhelyezést.

A kódadóhoz tartozó elektronika feladata a kódadó optikai része által szolgáltatott jel felerősítése és négyszerezése. A kódadó elektronikája magában a kódadó egységben van elhelyezve egy speciális nyomtatott áramköri lapon és három erősítőt, egy komparátort és fázishasítót tartalmaz.

A 8. ábra az elektronika részeit mutatja.



6. EGYES OPTIKAI MEGFONTOLÁSOK

Rendszerterv szempontjából alapvető fontossággal bír néhány alapparaméter, mint pl. a szükséges lézerteljesítmény, a fotoanyagtól megkívánt küszöbérzékenység és a mélységélesség. A mélységélességgel kapcsolatban a defókuszáltáság mérésének lehetőségeit is számba kell venni.

6.1. Dozimetriai követelmények

Bármely megoldásváltozatban a feladat az, hogy egy $A = 150 \text{ cm}^2$ nagyságú felületet a lézerfényvel kellően ki kell exponálni akkora felületegységre eső energiával, hogy a mikrofilmlap denzitása - ha egyébként maga a fotoanyag erre képes - legalább $D = 3$ legyen. Az expozíciós idő felső határa $T = 1 \text{ h}$. Mivel az exponáló lézerfolt vagy a mikrofilmlap mozgatása jelentős időt igényel, ezt egy $k < 1$ faktorral vehetjük figyelembe. A tényleges rögzítési idő így $t_r = kT$ lesz. A gyakorlatban a $k = 0,2 - 0,6$ érték megvalósíthatónak látszik.

Legyen S_k az a fajlagos küszöbenergia [$\mu\text{J}/\text{cm}^2$] egységben, amely a fotoanyag érzékenységi görbéje platójának kezdetéhez tartozik, és legyen P_r a mikrofilmlapra eső lézerfoltban foglalt teljes fényteljesítmény. Legyen továbbá az optikai rendszer aktiv hatásfoka η , amely megadja az lézer P_0 kimeneti teljesítményének exponálására használt hányadát. Az η értéke a modulációs rendszer /egy- vagy többsugaras/ megválasztásától erősen függ. Egysugaras rendszerben $\eta \approx 0,3$, többsugaras rendszerben $\eta = 0,3-0,05$ értékkel számolhatunk. A mikrofilmlap 3-as denzitása akkor érhető el, ha a

$$P_0 \eta k T \geq AS$$

feltétel teljesül. A P_0 lézerteljesítmény vonatkozásában az alapvető korlátot a lézer típusa adja meg, amely elsődlegesen a piacképességből származtatható le. Két jól bevált lézertípust vehetünk figyelembe.

A He-Ne OEM lézerre $P_O \geq 5$ mW, léghűtéses Ar-ion lézerre $P_O \geq 20$ mW. A fenti kifejezésből a fotoanyag megkívánt küszöbérzékenysége:

$$S_k = \frac{P_O \eta k T}{\Lambda} .$$

Az alábbiakban a 9. táblázatban megadjuk a fotoanyag megkívánt küszöbérzékenységet $T = 3600$ s, $k = 0,3$, $\eta = 0,03$ /többsugaras/ illetve $\eta = 0,3$ /egysugaras/ aktiv optikai hatásfok mellett He-Ne lézerre ill. léghűtéses Ar-ion lézerre.

9. táblázat: Fotóanyagok megkívánt küszöbérzékenysége

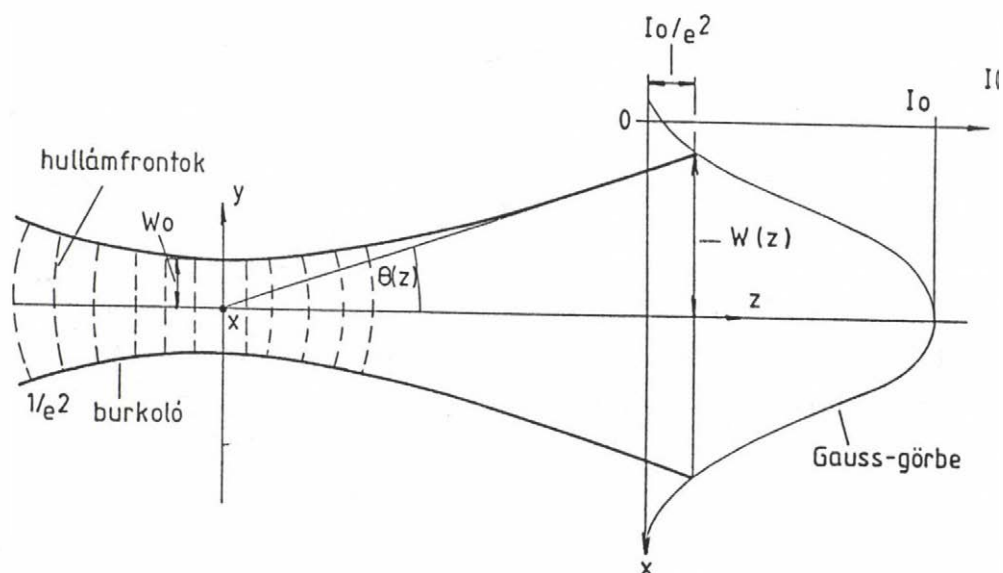
Lézer típusa	Modulációs rendszer	
	Egysugaras mód.	Többsugaras mód.
He-Ne	10 mJ/cm ²	1 mJ/cm ²
Ar-ion	40 mJ/cm ²	4 mJ/cm ²

A táblázat adatai meglehetősen nagy küszöbérzékenységet jelentenek. Hangsúlyozandó azonban, hogy a lézerek használata során a kiinduló lézerteljesítmény fokozatosan csökken, ezért a rendszertervező a táblázatban megadott értékek *felével* számolhat csupán.

6.2. A mélységélesség elemzése

Az egy- vagy többsugaras modulátorból kilépő, modulálható lézernyaláb/oka/t egy fókuszáló optika fókuszálja a mikrofílm-lap fényérzékeny anyagának síkjába.

Megfelelő minőségű / $\lambda/8$ -nál kisebb hullámfront torzításu!/
optikai elemek alkalmazásával a fókuszáló optika által létrehozott lézerfolt keresztmetszeti intenzitáseloszlása jelentősen nem tér el a bemenő lézernyaláb keresztmetszeti intenzitáseloszlásából, vagyis Gauss-eloszlásu marad. Egy Gauss-nyaláb jellemzéséhez tekintsük az 9. ábrát.



9. ábra

Gauss-nyaláb geometriai jellemzői

Egy Gauss-nyalábot a w_0 nyalábnyak sugárral, a λ hullámhosszal lehet megadni. A w_0 és λ ismeretében a nyaktól z távolságra a nyalábsugár

$$w^2(z) = w_0^2 + \theta_0^2 z^2$$

ahol

$$\theta_0 = \frac{\lambda}{\pi w_0}.$$

A θ_0 értéke a nyaláb végtelenben mért teljes szögszéttartásának a fele. A szögszéttartás illetve a nyalábátmérő az $1/e^2$ intenzitású pontok között van mérve. Véges z távolságban a burkolóhoz huzott érintő szöge

$$\varphi(z) = \frac{w_0 z}{f_F \sqrt{z^2 + f_F^2}}$$

ahol f_F a nyaláb "Fresnel-fókusza",

$$f_F = \frac{\pi w_0^2}{\lambda} = \frac{w_0}{\theta_0}.$$

Ilymódon

$$\theta(z) = \frac{\theta_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_F}{z}\right)^2}}$$

a nyalábsugár pedig a nyaktól mért z távolság függvényében

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{f_F}\right)^2}.$$

Ha a nyalábnyakban /a $z = 0$ helyen/ a centrális $x = y = 0$ pontban mérhető fényintenzitás $I_0(z = 0) \equiv I_0$, akkor a nyalábnyakban mérhető keresztmetszeti intenzitáseloszlás

$$I(x, y) = I_0 \exp \left[- \frac{2(x^2 + y^2)}{w_0^2} \right],$$

a nyalábnyaktól z távolságra lévő helyen pedig

$$I(x, y, z) = I_0 \left(\frac{w_0}{w(z)} \right)^2 \exp \left[- \frac{2(x^2 + y^2)}{w^2(z)} \right].$$

A lézernyaláb P teljesítményének ismeretében az I_0 és P között kapcsolat teremthető:

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} I(x, y) dx dy = \frac{\pi}{2} I_0 w_0^2.$$

Ekkor a keresztmetszeti intenzitáseloszlás a nyaláb egy tetszőleges szerinti $w(z)$ sugaru helyén:

$$I(x, y) = \frac{2P}{\pi w^2(z)} \exp \left[- \frac{2(x^2 + y^2)}{w^2(z)} \right].$$

A mélységélességet illetően a $w = w(z)$ kifejezésből kell kiindulnunk. Ebben w_0 értékét a $d_r = 2,5 \mu\text{m}$ -es raszterhálóra "ráültetett" lézerfolt átmérője szabja meg. Egy gyakori foltátlapoltatási rendszerben az 50% relatív intenzitású pontokhoz tartozó d_0 lézerfolt átmérő úgy van megválasztva, hogy $d_0/2 = d_r$, vagyis a raszter távolság fele. Keressük azt az $1/e^2$ -es folt sugarat $1/w_0$ -t, amelyre,

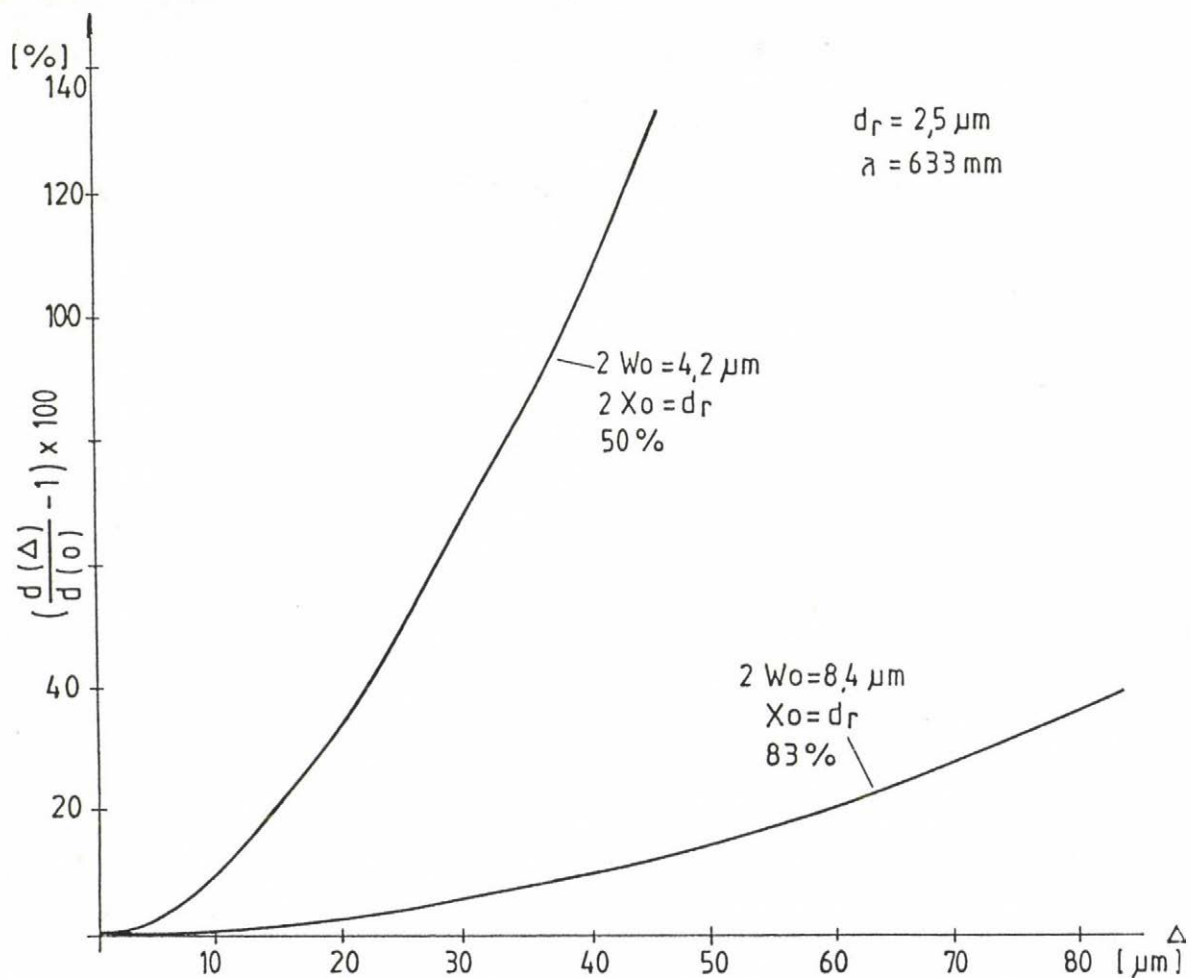
$$I/I_0 = e^{-\frac{2x_0^2}{w_0^2}} = \frac{1}{2}$$

egyrészt, másrészt $x_0 = d_0/2 = d_r$. A két feltétel eredménye $w_0 = x_0/0,589 = d_r/0,589 = 4,2 \mu\text{m}$. Azt kaptuk tehát, hogy a $d_r = 2,5 \mu\text{m}$ -es raszterhálóra "ültetendő" lézerfolt $1/e^2$ -es átmérője $2w_0 = 8,4 \mu\text{m}$, félértékbeni átmérője $d_0 = 5 \mu\text{m}$.

Az ilyen lézernyaláb Fresnel-fókuszára kapjuk, hogy $f_F = 87,5 \mu\text{m}$. Ha a lézerfoltokat félértéküknél lapoltatjuk át, akkor $d_r = 2x_0$ és $x_0 = 1,25 \mu\text{m}$. Ekkor a lézerfolt $1/e^2$ -es átmérője $2w_0 = 4,24 \mu\text{m}$ és a Fresnel-fókusza $f_F = 22,3 \mu\text{m}$. A $w = w(z)$ kifejezésből kiszámítható a lézerfolt átmérőjének százalékos növekedése a Δ defókuszáltság függvényében, vagyis $[d(\Delta)/d(0)-1] \times 100$ mennyiség, ahol $d = 2w(z)$. E mennyiséget a 10. ábrán ábrázoltuk a Δ függvényében, mégpedig az 50 %-os, valamint a 83 %-os relatív intenzitású pontoknál létrejövő átlapolási esetekben.

Az ábrából nyilvánvaló, hogy a $d_r = x_0$ választás az előnyösebb. Ebben az esetben többször $10 \mu\text{m}$ fókuszmélység adódik pusztán optikai okokból. Figyelembe kell venni azonban, hogy itt a lézerfolt keresztmetszeti intenzitáseloszlási görbéje "laposabb".

A néhány lézerfoltból összetett legkisebb alakzat teljes mérete a laposabb görbe miatt nagyobb változást szenvedhet, ha a beíró intenzitás kissé változik, mint az 50 %-os átlapolás esetében. Megjegyzendő továbbá, hogy e görbék elméleti görbék. A gyakorlatban a hullámfront torzítások miatt az ábrából kiolvasható defókuszáltsági értékek helyett azok mintegy *felével* célszerű számolni.

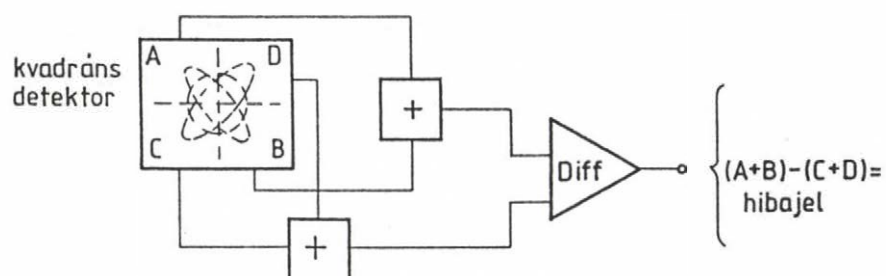
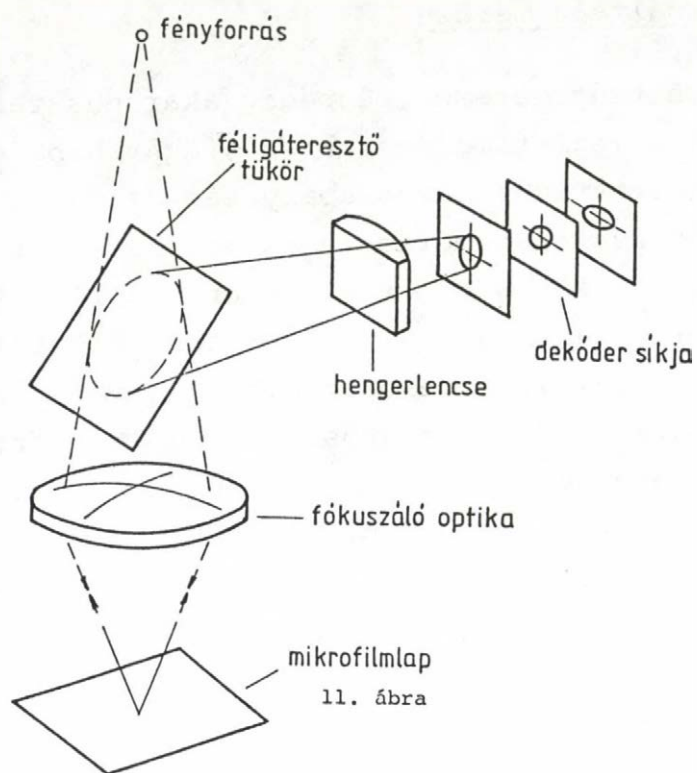


10. ábra

Százalékos foltátmérő növekedés a defókuszáltság függvényében

6.3. A defókuszáltság mérése

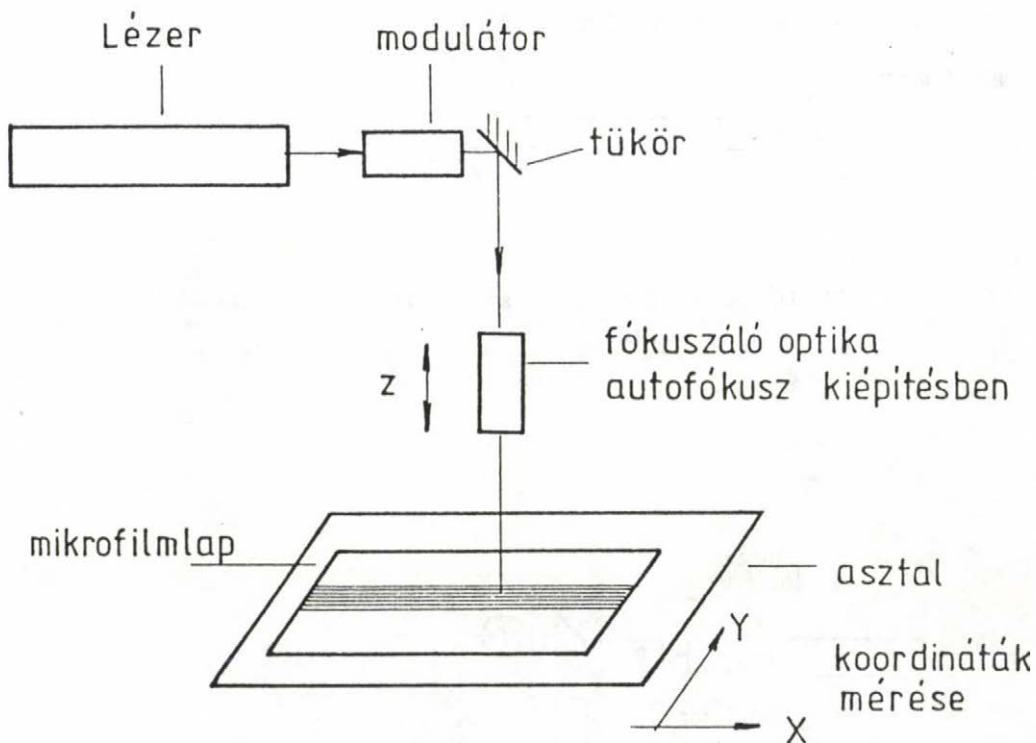
A defókuszáltság mérése, mégpedig akár pusztán egy összeépített rendszer real-time *tesztelése*, akár hibajel generálás és egy esetleges aktiv visszaszabályozás szempontjából igen fontos. A defókuszáltság mérésére számos módszert dolgoztak ki: a Foucault-féle késél módszert, a bemenő pupilla félig kitakárásának módszerét, a teljes visszaverődés feltétele megsérülésének módszerét, valamint az asztigmatikus módszert. Mindezek közül a CD lejátszóknak általánosan használt asztigmatikus módszer a legelegánsabb és legbiztosabb. Elvi működését a 11. és a 12. ábrák segítségével szemléltetjük. A segédfényforrás a fotóanyag spektrális érzékenységi tartományán kívül sugárzó fényforrás, pl. félvezető lézer 820 nm hullámhossz környezetében. A segédfényforrás fényét a fókuszáló optika a mikrofilmlap síkjába fókuszálja, majd azon diffúzan visszaszórt fényt begyűjti és annak kicsatolását a féligáteresztő tükör valósítja meg. A mikrofilmlap elmozdulása esetén a kvadránsdetektor síkjában lévő fényfolt alakja a kezdetben lévő kerek foltról elliptikussá változik és elfordul. Az elfordulás iránya függ a defókuszáltság előjelétől. A hibajelet /vagy más szóval mérőjelet/ a 12. ábra egyszerű analóg elektronikája nyújtja.



7. RENDSZERVÁLTOZATOK ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSUK

7.1. Sikágyas rendszerek

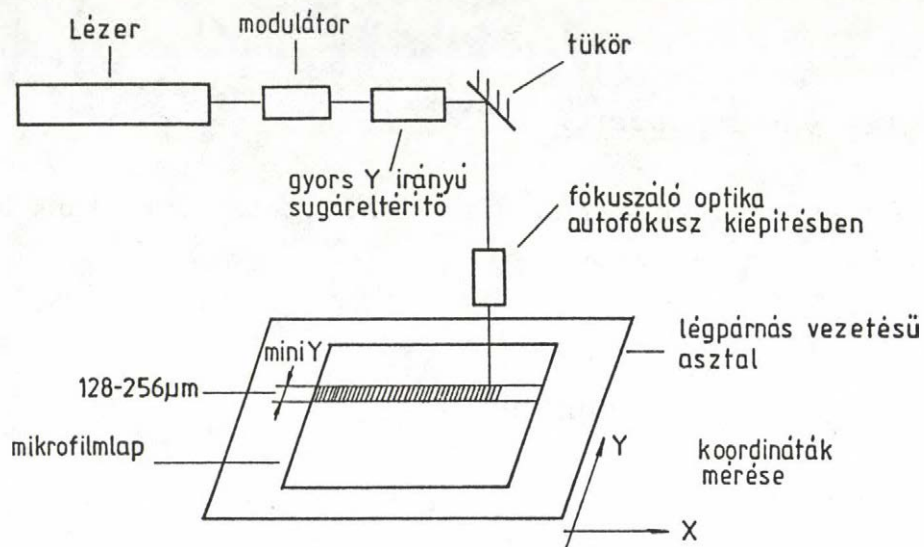
A síkágyas rendszereknek három változatát mutatjuk be a 13., 14., és a 15. ábrákon.



13. ábra

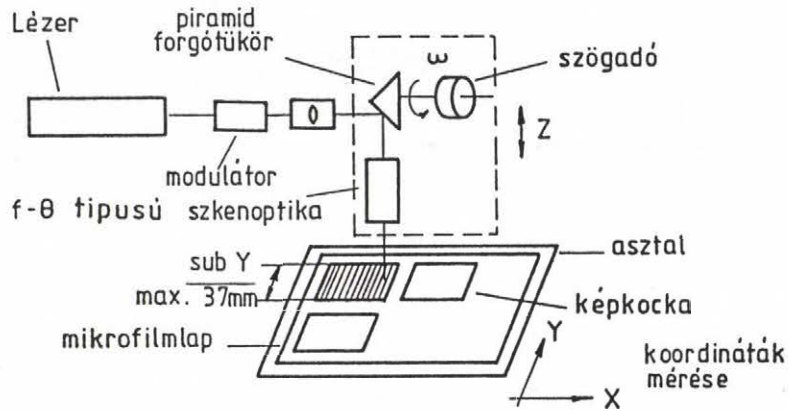
Síkágyas rendszer raszterpontenkénti mozgatással

Az 13. ábrán a mikrofilmlap mozgatása raszterpontról-raszterpontra történik. E változat csak elvileg lehet megoldás, mivel a 105×148 mm-es mikrofilmlapon $42000 \times 59200 = 2,486 \cdot 10^9$ raszterpont van és 5 sec időt véve egy teljes asztalfutási időre a teljes mikrofilmlap végigpásztázása $42000 \times 5 \text{ sec} = 58,3$ óra időt igényel, ami elfogadhatatlanul nagy.



14. ábra

Síkágyas rendszer gyors szubraszter szkennerral



15. ábra

Síkágyas rendszer teljes képkocka szkennelésével

A 14. ábrán látható rendszer gyorsabb. Az asztal x-irányban pásztázik, a gyors sugáreltérítő /akusztóoptikai elvű, kisebb mint 100 pont feloldású/ pásztázási ideje $\sim 120 \mu\text{sec}$. A teljes mikrofilmlap végigpásztázási ideje $105 \text{ mm} / 250 \mu\text{m} \times 5 \text{ sec} = 2050 \text{ sec} < 1 \text{ óra}$, ami a kiindulási feltételnek megfelel. A koordináta mérés *mindkét* irányban legalább $0,5^{-1} \mu\text{m}$ -es feloldással végzendő.

A 15. ábra szerinti rendszernél a rasztersorokat csak egy képkockán belül kell illeszteni, ezért *csak* az x-koordinátáját kell a $0,5^{-1} \mu\text{m}$ feloldással mérni, az y-koordináta irányu mozgás golyósorsó-léptetőmotor konfigurációval megvalósítható. E rendszerrel mintegy 5-10 perc végigpásztázási idő érhető el, de ekkor már vagy a *dozimetriai korlát*, vagy a nagyteljesítményű *lézer ára* szab korlátot. A rendszer a lézeren kívül további, szigorú specifikációju, ezáltal költséges részeket tartalmaz /f- θ optika, piramid forgótükör, igen gyors modulátor stb./. A műszaki cél ezen költségeket nem indokolja.

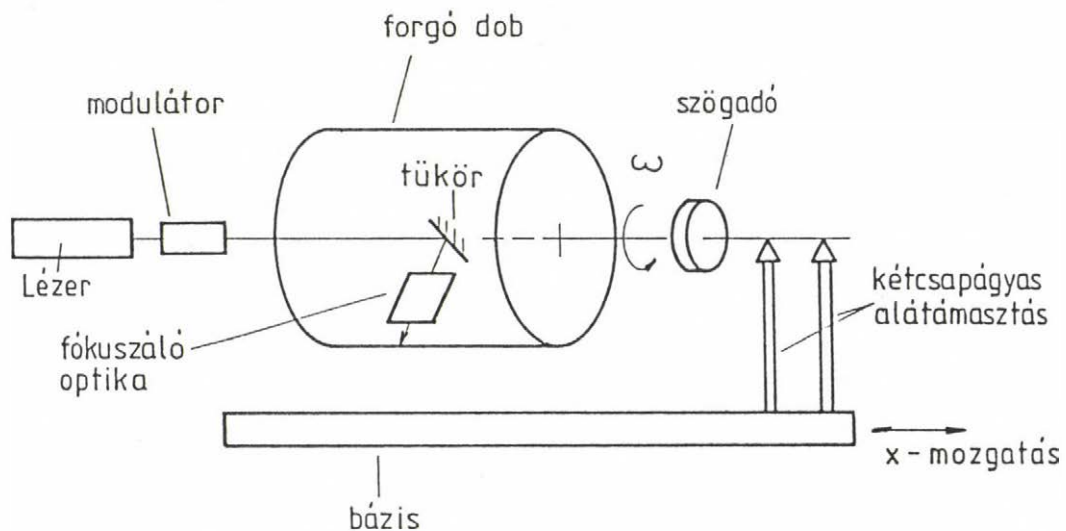
Mindhárom síkágys rendszernél további extra költséget jelent /az első két esetben az asztalsebesség miatt légpárnás megvezetésü!/ koordináta asztal a megfelelő koordináta-mérő eszközeivel /Moiré-rács vagy lézerinterferométer/. Külön nehézséget okoz, hogy a fókuszban mozgást mind az x-, mind az y-koordináta mentén biztosítani kell. Az egyszeri beszabályozása az asztalnak időleges működést nyújt csupán, az *üzemszerű* használat autofókusz rendszer alkalmazását igényli.

Hangsúlyozandó tovább, hogy a nagy pontosságú síkágys rendszereknek olyan esetekben van első sorban létjogosultságuk, amikor az exponált ábra geometriai pontossága döntő, vagy a fotóanyag hordozója merev.

7.2. Forgódobos rendszerek

A forgódobos rendszereket olyan esetekben alkalmazzák, amikor a fotóanyag hordozója nem merev és így a dob palástjára /akár kívülről, akár belülről/ felfektethető.

A dobpalást belső oldalára fektetett mikrofilmlap esetében /16. ábra/ a dob forgatása és transzlációs mozgatása nehézkes. Külön nehézséget jelent a dob forgástengelyének ütésmentes

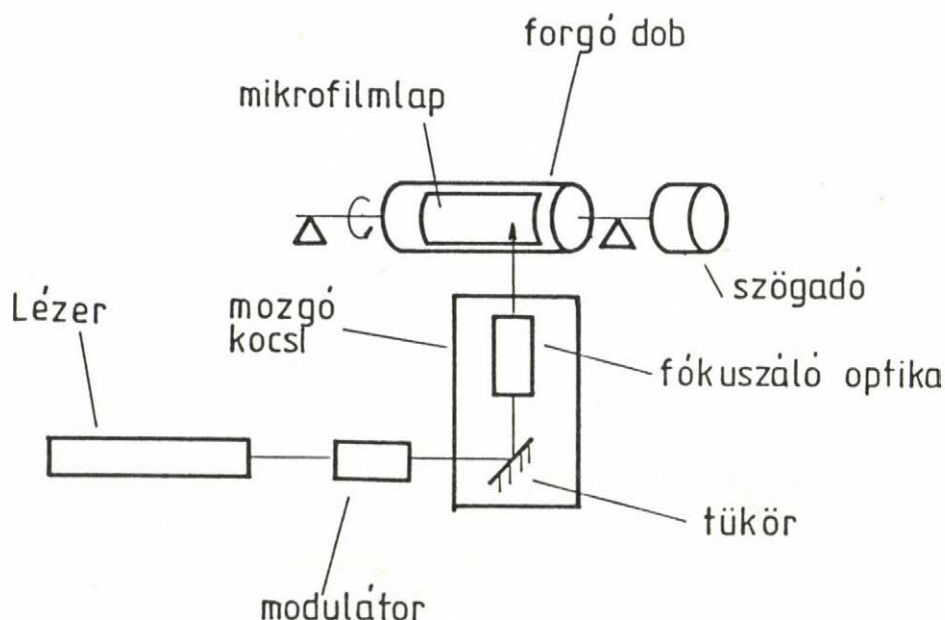


16. ábra

Forgódobos rendszer; expozíció a belső paláston

csapágyazása a tengely egyik végén. Nagy átmérőjű dob esetén /nagy filmméret/ a belső paláston végzett expozíció kompaktabb konstrukciót ad, de fokozott technológiai-gépészeti nehézségek árán.

A 17. ábrán látható külső beírásu forgódobos rendszer megfelelő kompromisszum a megvalósítható műszaki paraméterek, gyártástechnológiai problémák és költségek között. A forgástengely kétoldalas csapágyazása a külső dobpalást precíziós megmunkálását és ezáltal ütésmentes futását biztosítja. Az ütésmentes futás, valamint a kocsi x mozgásirányának és a lézernyalábnak a dob forgástengelyével párhuzamosra történő beszabályozása /a 10. ábra mélységélességi határai figyelembe vételével/ lehetőséget kínál az autófókusz rendszer mellőzése.



17. ábra

Forgódobos rendszer, expozíció a külső paláston

E kérdés eldöntése természetesen csak az adott gyártástechnológiai lehetőségek vizsgálata alapján lehetséges.

A mikrofilmlapot rövidebb oldalával fektetve fel a forgódob tengelye irányában, a teljes mikrofilmlap végigpásztázásához $v = 10/\text{sec}$ forgási sebesség mellett 4200 sec szükséges.

Mivel a dozimetriai korlát ennél rövidebb időt is lehetővé tesz, két ut kínálkozik: az egyik a dob forgásának és a kocsi léptetésének meggyorsítása, a másik két exponáló lézernyaláb alkalmazása. A gyártástechnológiai követelményeket is figyelembe véve a célszerű választás az utóbbi.

8. A FELHASZNÁLANDÓ FOTÓANYAGOK ÉS ESZKÖZÖK KIVÁLASZTÁSA

8.1. Fényforrás

Fényforrásul hélium-neon lézer alkalmazását javasoljuk. Kiválasztása mellett több indok szól. Ezek: a kapható lézer-fényforrások közül ez a legolcsóbb; nagy választékban rendelkezésre áll a piacon; a hozzá rendelhető fotóanyagok kedvezőbb tulajdonságokkal rendelkeznek.

8.2. Fotóanyag

A fotóanyag kiválasztásakor mindenekelőtt azt kell eldönteni, hogy az ezüst-halogenid vagy nemezüst alapu legyen. Az előírt fotografiai követelmények alapján egyértelműen az ezüst-halogenid anyagokat választjuk. Alapvető ok: a megkívánt lézersugárérzékenységgel 10^{-6} s expozíciós idő mellett a nemezüst alapu anyagok nem rendelkeznek.

A nemezüst alapu anyagok közül a vezikuláris vagy diazomikrofilmek legjobb esetben is csak duplikációs anyagként jöhetnek számításba, a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően.

Az ezüst-halogenid anyagok közül nem elegendő feloldóképességük miatt kiesnek a lézerfényzedőfilmek és a pankromatikus nyomdatechnikai anyagok, noha ezek lézersugárérzékenységük alapján megfelelnek.

A holográfiai anyagok kitűnő feloldóképességgel rendelkeznek, de igen jó lézersugárérzékenységük elsősorban nem az ultrarövid, hanem a hosszabb expozíciókhoz teszik ezeket alkalmassá. Emellett az általuk biztosított igen magas feloldóképességre nem is lenne szükség.

A rendelkezésre álló adatok alapján adott célra a MIKRAT típusu pankromatikus mikrofilmek jöhetnek számításba, elsősorban azért, mert ezek már rendelkeznek a szükséges feloldóképességgel /irodalmi adatok alapján/.

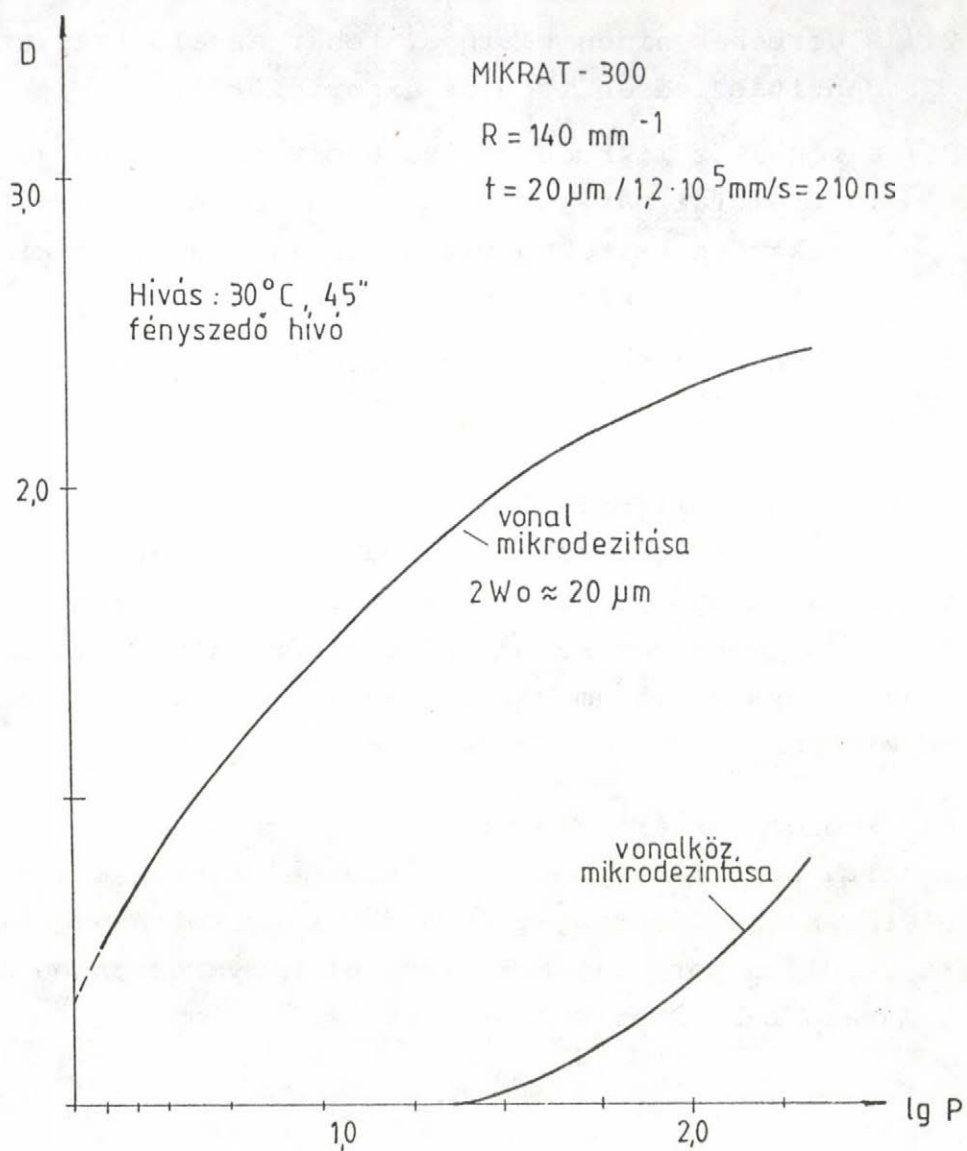
Mindazonáltal, a vizsgált FUJI mikrofilm a jó feloldóképesség mellett nem rendelkezik a szükséges lézersugárérzékenységgel, így céljainknak nem felel meg.

A SZVEMA MIKRAT-300 filmmel kapcsolatban az az alapvető probléma, hogy a megadott 300 mm^{-1} feloldóképességgel szemben mindössze $130\text{--}140 \text{ mm}^{-1}$ értéket kaptunk az anyagra, a szabványos MIRA tesztábra alapján. Ez pedig nem felel meg a követelményeknek. Ezután nem szabad meglepődni az anyag nagy érzékenységén, amely meghaladja a lézerfényszedőfilmét. Eléggé valószínűtlen, hogy a 300 mm^{-1} feloldóképesség elérése esetén is rendelkezne ezzel az érzékenységgel. Ezt a feltételezést az elektronmikroszkópos szemcseméret vizsgálatok is megerősítették: a filmben nagy szemcsék $\sim 300 \text{ nm}$ / is találhatóak, ami a feloldást lerontja.

A nagy érzékenység mellett a szórt fény hatása is erősebb: $0,125 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ -es expozíciónál, $13,3 \text{ mm}^{-1}$ vonalsűrűség mellett a vonalközök optikai denzitása $0,42 \text{ D}$, ami megengedhetetlenül magas érték. Mindezek mellett az átadott MIKRAT-300 filmminta mind saját hívójában /az előírt idő alatt és hőmérsékleten/, mind a FORTE Phototypesetting előhívóban erősen fátyolosodik /lehetséges, hogy a filmet bevilágították/.

További problémát mutat a 18. ábrán látható szenzitometriás görbe. Az ábrán $20 \mu\text{m}$ átmérőjű lézerfolt $1,2 \cdot 10^5 \text{ mm/s}$ sebességű pásztázásával előhívás után kapott vonalak mikrodenzitása látható az exponáló lézerfolt teljesítménye $[\mu\text{W-ban}]$ függvényében. Egy elemi felület expozíciós ideje $\sim 210 \text{ ns}$.

A szenzitometriai görbét is szemlélve négy alapvető hiányosság állapítható meg:



18. ábra

MIKRAF-300 film szenzitometriai görbéje

- 1./ a görbe felfutó szakasza nem eléggé meredek,
- 2./ a görbének nincs platója, tehát az előhívás utáni denzitás erősen függ az expozíciótól,
- 3./ a vonalköz mikrodenzitása erős, szórt fény jelenlétére utal már kis expozíciós teljesítménynél is; ennek következtében plató nem is alakulhat ki, másrészt a vonalközök beszürkülnek,
- 4./ a fotoanyag feloldása nem megfelelő.

Fentiek alapján a MIKRAT-300 filmanyag mikrofilmlap lézeres exponálására csak igen korlátozottan használható. Hátrányos tulajdonságai nagymértékben megszigorítják a rendszer többi egységével szemben támasztott követelményeket. A megfelelő feloldás hiánya a $2,5 \mu\text{m}$ rasztertávolság és $5-8 \mu\text{m}$ lézerefolt átmérő kitűzését értelmetlenné teszi.

Az elmondottak alapján azt tartjuk célszerűnek, hogy adott célra specifikus, megadott követelményeknek mindenben megfelelő, He-Ne lézersugárzásra érzékeny fotóanyag kifejlesztésére kerüljön sor. Ennek feltételei Magyarországon adottak a FORTE Kutató Laboratóriumában.

8.3. Modulátor

Egy példaképpen $K = 400 \text{ mm}$ kerületű forgódobot véve kiindulási adatként, $K/d_r = 1,6 \cdot 10^5$ raszterpontot kapunk. A $v = 10/\text{s}$ forgási sebesség mellett a raszteridő $t_r = 625 \text{ ns}$. A megkívánt fel- lefutási idő $\tau_r = \tau_f \leq 100 \text{ ns}$. Mérsékelt áru akusztóoptikai modulátort PbM O_4 alapu/ véve a modulátorba lefókuszált nyalábnyak átmérője $2W_0 = 0,3-0,4 \text{ mm}$ kell legyen a longitudinális ultrahang sebességéből számítva.

Az ehhez tartozó θ_0 nyalábdivergencia $\theta_0 = \lambda/\pi w_0 = 1,3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}$ rad. Nagyságrendben θ_0 mértékű szögszeparációt figyelembe véve a két kimenő nyaláb között, a kétsugaras modulátor ultrahang átalakítójára kapcsolt kék vivőfrekvencia távolság $\Delta F = V_h \theta_0 / \lambda_0$, ahol $V_h \approx 3,6 \cdot 10^{-3}$ m/s az ultrahang sebessége. Kapjuk tehát, hogy $\Delta F \approx 5,7 - 7,4$ MHz. Maguk a vivőfrekvenciák tehát a 70-90 MHz sávba kell, hogy essenek. A megkívánt ± 15 MHz ultrahang átalakító sávszélesség biztosítható.

Ilyen modulátorok a kereskedelmi forgalomban hozzáférhetők. Árunk $\sim 1500-200$ \$ a vezérlő VHF elektronika nélkül. A hazai forgalomban nem hozzáférhetők.

Egy további számpélda kapcsán megvizsgáljuk egy TeO_2 bázisu $V_h = 616$ m/s / 4 sugaras modulátor megkívánt paramétereit. E modulátor hazai forrásból beszerezhető, ára ~ 100 eFt, a vezérlő elektronika nélkül.

A 4 sugár által letapogatott sáv szélessége $10 \mu\text{m}$, így $105 \text{ mm} / 10 \mu\text{m} = 10500$ dobfordulat a teljes mikrofilmlap végigpásztázását eredményezi. Egy óra expozíciós időt véve egy dobforgás ideje $0,34$ sec, a raszteridő $t_r = 2,1 \mu\text{s}$, $\tau_r = \tau_f = t_r/6 = 350$ ns időt véve, a nyalábnyak szükséges sugara a modulátorban $w_0 = 110 \mu\text{m}$. A vivőfrekvenciák szükséges szeparációja $\Delta F = V_h / \pi w_0 = 1,8$ MHz. A megkívánt teljes sávszélesség $10-15$ MHz, amely értéket a hazai előállítási eszközök biztosítani tudnak.

8.4. Fókuszáló optika

A fókuszáló optikának a 10. ábra szerinti határesetekben a $2 w_0 = 4,2 - 8,4 \mu\text{m}$ nyakátmérőjű lézerfoltokat kell előállítania a mikrofilmlap síkjában. Ha a bemenő nyak helye a fókuszáló optikától távol van, akkor a hátsó fókuszszík közelében kialakult nyalábnyak átmérője - jó közelítéssel - $2w_0 = f2\theta_0$.

A θ_0 értékre $5 \cdot 10^{-4}$ rad-t véve példaképpen, a szükséges fókusz-távolságra $f = 4,2-8,4$ mm-t kapunk.

A fókuszáló optikának kis aberrációju, jó minőségű optikának kell lennie. A várható darabszámot tekintve, célorientált optika tervezését és gyártását annak költségei miatt nem tartjuk célszerűnek. A fejlesztés során planachromat típusu mikroszkóp objektív alkalmazását javasoljuk.

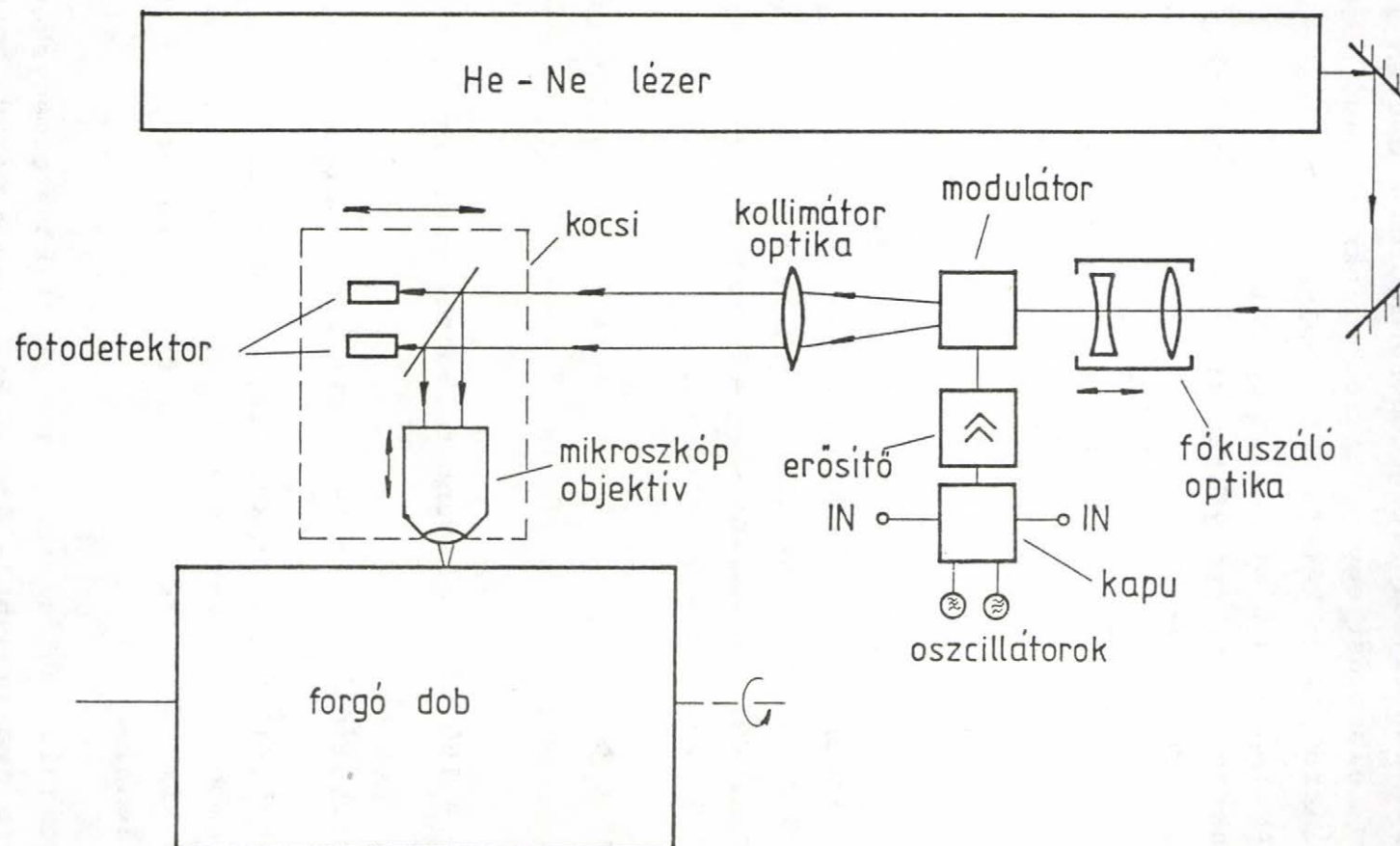
8.5. Az optikai rendszer elvi vázlata

A 19. ábrán javasolt rendszer a 17. ábrának megfelelő optikai rendszer. Modulációs rendszere 2 sugaras. A fókuszáló optika a forgódob palást alkotója mentén mozog. A fotodetektorok a féligáteresztő tükrök fényutba iktatásával az exponáló lézernyalábok intenzitását mérik. A mikroszkóp objektív mikrotranszlátor segítségével mozgatható.

A rendszer elvileg alkalmas defókuszáltság mérésére szolgáló kiegészítő optika beillesztésére is.

Megjegyzendő azonban, hogy a 10. ábra szerinti mélységélességi határok csak egysugaras rendszerre érvényesek, 2 vagy többsugarasra nem. A többsugaras rendszer esetében ugyanis a fókuszpont felé haladó több sugár közül a két legtávolabbi nyalábtengelyeinek egymással bezárt szöge szabja meg a fókusz mélységet. Alkalmas optikai méretezéssel ez a szög csökkenthető. Az ebből fakadó mélységélességi tolerancia csak a részletes tervek kidolgozása után állapítható meg.

19. ábra



8.6. Szinkronjeladó

A mikrofilmlap rajzoló forgódobos megoldása esetén a forgásirányu felbontást egy precíziós szinkronjeladó biztosítja. A szinkronjeladó két funkciót teljesít. Egyrészt képezi a rasterszinkronjelet $2,5 \mu\text{m}$ -enként, másrészt előállítja a sorszinkron jelet, amely biztosítja a helyes, egész képre vonatkozó sorkezdetet.

A szinkronjeladónak két követelményt kell kielégítenie:

- az elérhető felbontóképesség;
- az elérhető kimenőjel frekvencia.

A felbontóképességet két adataegyüttes figyelembevételével tudjuk meghatározni. A raszterméret, ami esetünkben $2,5 \mu\text{m}$, és a forgódob kerülete. A forgódob kerületét két szélső érték között felvéve, egy minimális $K_{\min} = 200 \text{ mm}$ -esre és a rendszerpéldában szereplő $K = 400 \text{ mm}$ -esre. Akkor a szinkronjeladó

felbontóképessége $\rho_{\min} = \frac{K_{\min}}{d_r} = \frac{200}{2,5} = 80.000$, illetőleg

$\rho = \frac{K}{d_r} = \frac{400}{2,5} = 160.000$. A kívánt felbontóképességet az alap-

osztásból optikai és elektronikai sokszorozással lehet elérni.

Az elérhető kimenőjel frekvencia, a raszteridő reciproka. Figyelembe véve, hogy az elérendő raszteridő $1-2 \mu\text{sec}$ körül van, a kimenőjel frekvencia értékének 500 és 1000 kHz között kell lennie.

A szinkronjeladóval szemben támasztott követelményeket három világcég gyártmányai elégítik ki. Ezek a CANON, TELEDYNE GURLEY és a HEIDENHAIN. Gyártmányaik a felbontóképesség szempontjából lefedik a teljes tartományt és a jelfrekvencia szempontjából is megfelelnek a kívánalmaknak.

8.7. Mechanika

A 19. ábrán javasolt forgódobos többsugaras mikrofilmlap levilágító berendezés mechanikájának biztosítani kell:

- a mechanikai és az optikai alkatrészek nagy pontosságát;
- a berendezés stabilitását;
- a berendezés napfény tölthetőségét;
- a moduláris felépítését;
- az elektronika elhelyezését;
- kezelhetőségét;
- szervizelhetőségét.

A 2,5 μ -os raszterméretből és az 5 μ sugárnyalábátmérőből eredően a mechanikai konstrukcióval, az alkatrészgyártással és az összeszereléssel szemben igen nagy, μ nagyságrendbe eső pontossági kritériumok lépnek föl. Elsősorban a forgódob átmérője, felületi megmunkálása, az optikai alkatrészek és azok tartóelemei, a vetítő optikát szállító szán és megvezetése, végül a film felfogó erő átvitelirendszer és kazetta igényel rendkívül gondos és pontos munkát, mind a méretek türése, mind a párhuzamosság és mind a felületi megmunkálás szempontjából.

Ugyanakkor a mechanikának kell biztosítani a berendezés stabilitását a fellépő mikrorezgések ellen. Ez az igény bizonyos robosztusságot követel meg a tartólaptól és a hordozó vázától, aminek értelemszerűen súly kihatásai is vannak.

A berendezés napfény töltésének megoldása szintén a mechanika problémája. Lehetséges megoldásként szóba jöhet a filmmel töltött kazetta behelyezése a berendezésbe és kívülről működ-

tetett karok segítségével félautomatikus kazetta közvetlen felhelyezése a dobra. Meg kell oldani a film rögzítését a dobon mechanikusan vagy leszívással. Meg kell oldani a film pozicinálását és simulását a forgódobra.

A mechanika kialakításánál ajánlott a moduláris felépítés, ami alatt a különböző egységek, pl. az optikai rendszer, elektronika, lézer sugárforrás, lézer tápegység stb. kompakt, egymástól jól elkülönített kialakítását értjük. A konstrukció kialakításánál szem előtt kell tartani a szervizelhetőséget és a kezelhetőséget.

Természetesen ezek a kérdések a mikrofilmlap rajzoló berendezés konkrét meghatározásának tervezése folyamán oldhatók meg teljes mélységben.

8.8. Elektronika

Az elektronika tervezésénél két alapgondolatból indulunk ki. Éspedig, a berendezés célszerűen OEM /Original Equipment Manufacture/ berendezés legyen, másrészt az elektronikának nem szabad csökkentőleg hatni a berendezés sebességére. Ezzel összhangban két meghatározó adatból indulunk ki:

- egy mikrofilmlap rajzolásához szükséges adatmennyiség: $\sim 2,5$ Giga bit;
- egy mikrofilmlap rajzolásához szükséges idő ~ 1 óra, ami 1 μ sec expozíciós időt jelent raszterenként.

A mikrofilmlap rajzoló berendezés OEM jellegéből adódóan a berendezés nem tudja, hogy mit rajzol. Másszóval mindent le tud rajzolni, ami összhangban van a specifikációval és megfelel a metanyelven definiált bemenő információnak. Alapvetően a bemenő információ strukturájának kialakításánál két lehetőség között választhatunk, a tömörített vagy a tömörítetlen forma között, a hardver kialakításnál pedig a soros és a párhuzamos vonal kiépítése között.

Vizsgáljuk meg a két kérdést. Az átvíendő információ mennyiség 2,5 Giga bit, a rajzolási idő ~1 óra. A 2,5 Giga bit megfelel 300 MByte-nak és ebből meg az 1 órás rajzolási időből közel 83 kB/sec adatátviteli sebesség adódik. Tekintettel arra, hogy ez az adatmennyiség /300 MByte/ éppen a határán van a megadott idő alatt tömörítés nélkül még átvihető adat mennyiségnek mérlegelni kell, hogy érdemes-e tömörítést alkalmazni. A tömörítés hatékonysága függ a tömöríteni kívánt információ szerkezetétől, a tömörítés módjától, az információ eredetétől /gépészeti rajz, szöveg, nyomtatott áramköri lap stb./. Ezt a kérdést még vizsgálni és elemezni kell, azonban a nagyobb sebesség elérése végett célszerűnek látszik tömöríteni az adatokat, parallel bemenő interface-t kiépíteni és DMA-t /Direct Memory Access/ használni.

A rajzoló berendezésben legalább 16 bites processzorokat kell alkalmazni annál is inkább, mivel a hozzá közvetlenül csatlakozó számítógép is 16 bites. Természetesen a párhuzamos adatvonalak mellett szükség van néhány kontroljel átvitelére is. A parallel adatvonalak iránya a számítógép felől a mikrofilmlap rajzoló felé irányulnak. A vezérlőjelek /kommunikációs vezérlő, start-stop, riasztás, státus stb./ két irányu kiépítést tesznek szükségessé.

A másik gondolat, amit vezérlő elvként használunk, hogy az elektronika ne csökkentse a rajzolás sebességet. A probléma megoldását az elvégzendő feladat parallel folyamatokra történő bontása adja. Ez meghatározza az elektronika architektúráját, amire nézve a következőket mondhatjuk:

- parallel folyamatonként egy-egy 16-bites mikroprocesszorra van szükség;
- a parallel folyamatokon belül több elemi művelet, amely sokszor ismétlődik /tömörítés kifejtése, bizonyos utasítások szelektálása, adatok leválogatása stb./ valószínűleg nem hajtható végre megfelelő sebességgel szoftver uton, ezeket nagysebességű programozható célhardverekkel célszerű megvalósítani;

- bizonyos, belső adatáramlási sebesség differenciák kiegyenlítésére belső puffer és munka memóriák szükségesek, amelyek nagyságrendje 256 kByte körül fog mozogni és kezelésük szintén processzor feladat;
- processzor feladat még
 - a hajtások vezérlése
/léptető motor, egyenáramu motor/
 - a rajzolás paramétereinek ellenőrzése
/fordulatszám, lézerintenzitás stb./
 - az akusztó-optikai modulátor rádifrekvenciás egységének vezérlése;
- felügyelő processzor a parallel folyamatok szervezésére, a szinkronizmus biztosítására a mechanika, az elektronika és az adatáramlás között.

Megvizsgálandó, hogy

- szükség van-e autófókusz rendszerre, ha igen ez további egy vagy két processzort jelent, amely/ek/ a mozgatót és ellenőrzést végzi/k/;
- lokális hálózathoz való csatlakoztatás, - ha van - egy kommunikációs interface-t jelent.

Összefoglalva az elektronika architektúrája hierarchikus, parallel multiprocesszoros rendszer. [45,46]

8.9. Firmware és szoftver kérdések

Ebben a fejezetben együtt tárgyaljuk a mikrofilmrajzoló berendezés firmware és szoftver kérdéseit. Firmware-n a berendezésbe beégetett programokat értjük, míg szoftveren a berendezéshez közvetlenül csatlakozó számítógép programjait.

Firmware

A mikrofilmlap rajzoló berendezésben alkalmazott mikro-processzorok feladatai szerint a következő programokat kell elkészíteni:

- Rendszer felügyelő program:

Feladata: a szinkronizmust biztosítani az adatáramlás, a mechanika és az elektronika között, szervezi a paralell folyamatokat végrehajtó processzorokat. Utasításokat, esetleg adatokat küld az alárendelt processzoroknak.

- Kommunikációs program:

Feladata: az információáramlás biztosítása a berendezés és a külvilág között /számítógép, vagy lokális hálózat/. Utasításokat küld és kap /esetleg csak kap/ és adatokat kap.

- Információfeldolgozó program:

Feladata: a mikrofilmlap lerajzolásához szükséges adatok kezelése, a cél feladatokat végző nagysebességű programozható áramkörök vezérlése. Utasításokat küld, adatokat kap és küld.

- Modulátor vezérlő program:

Feladata: az akusztó-optikai modulátor nagyfrekvenciás egységének vezérlése. Utasítást kap, adatokat kap és küld.

- Hajtás vezérlő program:

Feladata: a hajtások vezérlése. Utasításokat és adatokat kap és küld.

- Paraméter ellenőrző program:

Feladata: a rajzolás paramétereinek mintavételes ellenőrzése a berendezés működése alatt. Utasítást küld, adatot kap és küld.

- Autófókusz program /ha szükséges/.

Feladata: a lézersugár mélységélességének állandó figyelemzése és az optika ennek megfelelő vezérlése. Utasításokat küld, adatot kap és küld.

- Teszt program:

Feladata: a berendezés belső részeinek tesztelése műszak kezdéskor vagy tetszőlegesen, ha ez szükségesnek látszik. Utasítást küld, adatot küld és kap.

- Pattern program:

Feladata: a berendezés technológiai beállítását és ellenőrzését megkönnyíteni egy beállító ábra megrajzolásával. Utasítást és adatot küld. [47]

Szoftver

Az itt tárgyalandó kérdések között szeretnénk körvonalazni a mikrofílm lap rajzoló berendezéshez csatlakozó számítógéppel szemben támasztott követelményeket.

A számítógép választását a megoldandó feladatok határozzák meg. Az itt megadott adatok csak ajánlások és a kapcsolódó szoftver valamint az esetleges számítógép hálózat függvényei.

A berendezés folyamatos adatellátása megkövetel egy /esetleg több/ olyan számítógépet, amely teljesíteni tud kb. 2.5 Giga bit /800 MByte/ átvitelét 1 óra alatt.

Erre a célra miniszámítógép, szupermikro, az IBM/PC típusu gépek közül a 80386 processzorral rendelkező /32 bites/ mikrogép, vagy ennél nagyobb teljesítményű számítógép ajánlott.

Tekintettel a feldolgozandó információ mennyiségére, ezen információ, valamint a szükséges programok, adatok megfelelő kezelésére legalább 40 MByte merev diszk /Winchester/ és 3-5 Mips szükséges.

A csatlakozó számítógép feltétlenül szükséges szoftver funkciói:

- tesztelő szubrutinok;
- a mikrofilmlap rajzoló berendezés vezérlését kiszolgáló program elemek;
- adat és utasítás forgalmat vezérlő programok;
- adatkonverziós programok, amelyek az alkalmazott CAD rendszer kimenetét a mikrofilmlap rajzoló berendezés által megkívánt bemenetre konvertálják, ezek vektor-raszter konverziós program és raszter-raszter konverziós program;
- mikrofilmlap szerkesztő-összeállító programok;
- kisegítő információt /fejléc, adminisztratív adatok/ feldolgozó program egységek.

9. SZABADALOM KUTATÁS

Az adott téma szabadalmi kutatása nehéz feladat volt. A téma fiatal volta miatt a címszó szerinti kutatás gyakorlatilag lehetetlen, csak a tágabb címszó /témakör/ szerinti megközelítés vezetett eredményre, de ez egyben hatalmas információanyag átvizsgálását tette szükségessé.

A teljesség igényével nem állhattunk elő, így vizsgálatunk elsősorban az USA, NSZK, Japán, Nagy-Britannia, Franciaország és az Európai Gazdasági Közösség szabadalmaira terjedt ki. Indoka, hogy ezen a műszaki területen a jelentősebb eredmények és szabadalmak ezekben az országokban születtek.

A szocialista országok közül elsősorban a Szovjetunió, NDK, Csehszlovákia és Magyarország idevonatkozó szabadalmait vizsgáltuk át. Sajnos a vizsgálat nem vezetett eredményre, ami - véleményünk szerint - két okra vezethető vissza. Egyrészt a téma újdonsága, másrészt az a sajnálatos tény, hogy országaink között az információáramlás lassabb.

A vizsgálatra két anyaggyűjtemény állt rendelkezésünkre. Az egyik a WIPO INPADOC szabadalmi keresőrendszere. Ez mikrofisch lapokon tartalmazza 1984-től a szabadalmak címét és meghatározó adatait.

A másik a Magyar Szabadalmi Hivatal szabadalomtára. Itt a szabadalmak teljes terjedelmükben hozzáférhetők és átlapozással kereshetők.

A fentemlitett hatalmas cím és szabadalom anyag átvizsgálása során nagyon kevés olyan szabadalmat találtunk, amelyik komplett mikrofisch készítő berendezésre vonatkozik, de ezek a berendezések is fotótechnikai úton készítik a mikrofischet. A szabadalmak között találtunk olyanokat, amelyek a berendezések részegységeivel, egyes részproblémákkal foglalkoznak.

Az alábbi szabadalmak illusztrálják az elmondottakat: a DE 2254771 és a DE 2349543 szabadalmak egy-egy mikrofisch felfűző berendezést mutatnak be.

Az US 4, 637, 710 és az US 4, 637, 711 szabadalmak dob típusu képfelbontó és rögzítő berendezést és dobon való film-rögzítést mutatnak be.

További öt olyan szabadalmat találtunk, amelyek a tématerület egy-egy részfeladatára adnak megoldást, bár közvetlenül nem kapcsolódnak a feladat javasolt megoldásához.

A fentiekben leírt vizsgálat alapján arra a megállapításra jutottunk, hogy a számítógépen született grafikai eredmények mikrofishe való vitelénél még a hagyományosnak tekinthető megoldásokat alkalmazzák: a nyomtatón való kinyomtatást /plotteren való kirajzolást/ és az azt követő lefényképezést illetve a képernyőről való fényképezést. Erre találtunk is szabadalmat: EP 246 466 [DE 3615780] Laser Computer Output Microfilm Camera.

10. IRODALOM KUTATÁS

Az irodalom kutatást két adatbázison végeztük. Egyrészt az INSPEC /Anglia/ egyesülés által kiadott Computer & Control Abstracts és a Science Abstracts Series C 1985-1987-ig tartó időszakot felölelő és félévenként megjelenő absztrakt gyűjteményét néztük át a következő címszavaknál:

- COM /Computer Output to Microfilm/
- Intelligens perifériák
- Mikrofilm
- Mikrofishe /Mikrofilmlap/
- Plotterek

Másrészt a DIALOG számítógépes világrendszert, amelynek adatbázisában a számítástechnikával foglalkozó mintegy 1500 legjelentősebb kiadvány, periodika, ujság megtalálható.

Sajnos önmagunkat kell ismételnünk, mert az irodalom kutatás ugyanazt az eredményt hozta, mint a szabadalom kutatás. Az átnézett hatalmas anyagban voltak:

- COM rendszerek, amelyek leírták az egész rendszert a mikrofilmre viendő anyag kiválasztásától kezdve, az anyag tárolásáig és visszakereséséig. Ilyen pl. a Journal of Imaging Technical p. 161-2. N^O.4. V 10. 1984 számában található.
- Transition of an Image System - from Paper to Microfishe to Optical Disk.

A cikkben a Kongresszusi Kutató Szolgálat /CRS/ dokumentáció archiváló, visszakereső rendszere van ismertetve. A folyamatot és a problémákat pontokba szedve ismerteti. Lásd:

1. A megadott /gyűjtött, kért stb./ szempontok szerinti kiválasztása a tárolandó cikkeknek.
2. A cikkeket katalógizálják és indexelik.
3. Automatikusan előállítják az input adat file-t, figyelembevée a katalógus és index adatokat.
4. A dokumentumokat "step and repeat" módszerrel kamerával filmre viszik.
5. A visszahívó rendszer az index és katalógus adatokat tárolja, beilleszti a rendszerbe.
6. A filmet előhívják, microfishet készítenek, másolatokat csinálnak róla.
7. Tárolják a microfishet.
8. Teljesméretű papírvázlat készül, ha szükséges.

- Különféle elven működő plotterek pl. IBM Technical Disclosure Bulletin p 2888-9 N^o 5 V 27. okt. 1984

"Double-beam electrophotographic laserplotter/
vagy New Electronics
p.18-19 N^o6 V20 1987.

"Laser photoplotting as an integral part of CIM"

- Trendeket, programokat felállító, mutató cikkek.

Pl. Administrative Management

p 23-7. No⁴ april 1986. "Microimage methods"

Összefoglalva az irodalom kutatás eredményét a cikkek egyik csoportja a COM rendszerekkel foglalkozik. Ezek általában a teljes rendszert tárgyalják. Jellemzőjük, hogy a folyamattal foglalkoznak, sokat időznek a visszakereséssel, fő hangsúly a rendszerszervezésben van. Nem foglalkoznak a hardver kérdésekkel, így magával a mikrofilmlap rajzoló berendezéssel sem, de az kiderül, hogy ezek egytől-egyig fotó berendezések. Relative sok plottert ismertető cikk található, de ezek nem mikrofilmlap rajzolásra szolgálnak és paramétereik általában nem a szükséges tartományba esnek. A jövőt latolgató cikkek mind nagy jelentőséget tulajdonítanak a COM rendszereknek, de nem térnek ki a mikrofilmlap rajzoló ill. előállító berendezések fajtáira.

Több cikkben előforduló eszköz az optikai diszk /optikai tároló/, mint a nagytömegű adatok tárolására alkalmas eszköz. Ez azonban nem alternatívaként jelenik meg, hanem a COM rendszerek kiegészítő háttértároló eszközeként, függetlenül attól, hogy a szóbanforgó COM rendszer fotóeljárást használ vagy közvetlen filmre rajzol. Ugyanis "hard copy" előállítására mindenféleképpen szükség van, tekintettel a felhasználás módjára /a papíron lévő műszaki rajz alapján dolgoznak/, valamint a lemezek sérülékenységeire.

Értékelésünk szerint a szabadalom és a szakirodalom kutatás is ugyanazt az eredményt hozta, azaz a tanulmány tárgyát képező rendszert más szerző még nem publikálta. Ez azt jelenti, hogy vagy publikálható stádiumban lévő kész mikrofilmlapra közvetlenül rajzoló rendszer még nincsen, vagy ha igen, még nem készültek fel a piacra dobásra, így korainak ítélik meg a publikálást.

A publikációs hiány igazolja a témaválasztás aktualitását és annak felismerését, hogy napjainkra értek meg a technikai és gazdasági feltételek a mikrofilmlap rajzoló berendezés megvalósítására, amint ezt kifejtettük ebben a tanulmányban.

Az alábbiakban adjuk a témához közvetlenül kapcsolódó, átnézett cikkek jegyzékét:

IBM Technical Disclosure Bulletin /USA/
Vol.27, N^o5, 10 2888-9/Oct 1984/.

"Double-beam electrophotographic laser printer printer/scanner."

IBM Technical Disclosure Bulletin /USA/
Vol.28, N^o6, p. 2313-15 /Nov.1985/.

"Imaging item number during scan in a slit-scan-type microfilming unit using rotating mirror."

Journal of Imaging Technology /USA/
Vol.10, N^o4, p. 161-2 /Aug.1984/.

"Transition of an image system from paper to microfiche to optical disk"

New Electronics /GB/
Vol.20, N^o6. p. 18-19 /March 1987/

"Laser photoplotting as an integral part of CIM"

Administrative Management /USA/
Vol.47, N^o4, p. 23-7. /April 1986/.

"Microimage methods"

Journal of Information and Image Management /USA/
Vol.17, N^o11, p. 27-32. /Nov. 1984/.

"Image processing in an integrated information system."

Library Hi Tech /USA/
Vol.5, N^o1, p. 81-6. /Spring 1987/

"InfoStation: A low-cost electronic document storage, retrie transmission system."

Hardcopy /USA/ Vol.7. N^o2, p. 87-90. /Feb. 1987/
"The automatic digitizer performs a critical function in the production of technical documentation."

Optoelectron Instrument & Data Processing /USA/
N^o6, p. 44-5. /1985/
Автоматизация /USSR/ N^o6, p. 43-51. /1985/
"Laser writing of high-information-density images."

Mini-Micro Software /GB/
Vol.12, N^o3, p. 6. /1987/
"Computerized microfilm retrieval system."

IMC J. /USA/
Vol.23. N^o1, p. 21-3. /Jan-Feb. 1987/
"Microfilm will help bridge technologies of integrated systems, artificial intelligence."

IMC J. /USA/
Vol.22, N^o5, p. 9-11. /1986/
"COM enters its fourth decade."

Information Media & Technology /GB/
Vol.20, N^o5, p. 211-12; /Sept. 1987/
"In depth: Kodak's KIMS and Wang's WIIS."

11. ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen tudományos-műszaki beszámolóban megvizsgáltuk a mikrofilmlap rajzoló berendezés megvalósíthatóságát, a mikrofilmlappal szemben támasztott követelményeket a leképezendő dokumentumok, fotótechnikai, optikai, mechanikai, elektrotechnikai és programtechnikai szempontok alapján. Elvégeztük a témakörrel kapcsolatos szakirodalmi és szabadalmi kutatásokat is.

Összefoglalva megállapítjuk, hogy mind a szakirodalmi, mind a szabadalmi kutatások eredményeként mutatkozó információhiány mutatja, hogy a téma aktuális, olyan kutatási terület, amellyel a fejlett tőkés ipari országokban is napjainkban foglalkoznak. Kellő szakmai önmérséklettel létrehozható olyan számítógépes információból közvetlenül mikrofilmlapot rajzoló berendezés, amely belátható időn belül /2 ~ 2,5 év/, a gyakorlati követelményeket a jövőben is kielégítve, a technikai és a gazdasági lehetőségek összhangba hozásával készül el. Részletezve javaslatunkat és megállapításainkat a mikrofilmlap berendezésre vonatkozóan:

1. Címezhető raszterméret: $r = 2,5 \mu\text{m}$;
2. Sugárnyalábátmérő: $d = 5 \mu\text{m}$;
3. Mikrofilmlap méret: $105 \times 148 \text{ mm}$;
4. Képező elrendezés a mikrofilmlapon kötött;
5. A teljes mikrofilmlap rajzolásához szükséges idő: $T \approx 1 \text{ óra}$;
6. Raszter exponálási idő: $\tau = 1 \sim 2 \mu\text{sec}$;
7. Minden olyan ábrázolás a filmen elvégezhető, amely nem igényel $V = 5 \mu\text{m}$ vonalvastagságnál kisebb, leképezett vonalvastagságot. /1:21; 1:29,7; 1:42 esetén S/3 mellett 0.2 mm vonal és 2.5 mm betű, 1:48 esetén S/2 mellett 0.25 mm vonal és 3.5 mm betű vagy S/3 mellett minden vonal és betű méret;

8. A 7. pontban felállított szabály figyelembevételével - amennyiben ez szükséges és megengedett - tetszőleges méretű és alaku feketedési és kép mezők is rajzolhatók;
9. Fotótechnikai vonatkozásban a tanulmány kimutatja, hogy az adott feladathoz minden paraméterében illeszkedő film-anyag nem áll rendelkezésre. További filmvizsgálatokat kell végezni más további filmekben is. Azonban a jelenleg megvizsgált filmek között is található olyan, amely biztosítja a mikrofilmlap jó kiértékelhetőségét.
10. A tanulmányból kitűnik, hogy a külső exponálású, forgódobos rendszer számos előnnyel jár. A filmkészítés idejének tartása ill. csökkentése miatt a többsugaras /2 ~ 4 sugár/ rendszert javasoljuk. Optikai, lézertechnikai szempontból megállapítható, hogy a rendszerhez szükséges eszközök specifikációs adatai szigorúak, részben a sebesség, részben az 5 μ m-es folt megvalósításához szükséges kis hullámfront aberrációk következtében. Gondos tervezéssel és teszteléssel a kívánt paraméterek megvalósíthatók. Az eszközök egy része szocialista forrásból is beszerezhető ill. előállítható, de számos elem csak tőkés importból biztosítható.
11. Az autofókusz rendszer szükségessége a jelen fázisban még nem dönthető el egyértelműen. A mechanikai alapsérletek és mérések lefolytatása adhat erre választ.
12. A mechanikával szemben támasztott pontossági követelmények nagyok, mind a mérettartás, mind a felületmegmunkálás, mind a helyezés tekintetében.
13. A mikrofilmlap felfogását kísérleti úton kell meghatározni, előnyösen, hogy a berendezés napfénytőlthető legyen.
14. A mikrofilmlap rajzoló OEM /Original Equipment Manufacturer/ berendezés. INPUT információja előnyösen megválasztott, meta nyelven definiált, tömörített rászterkép. Teljes információ mennyiség: ~ 2,5 Gigabit.

15. Az elektronika bemenete párhuzamos /8 db/ egyirányu adatvezeték és néhány kétirányu kommunikációs csatorna. Az adat csatorna adatátviteli sebessége: ≥ 83 kByte/sec.
16. Az elektronika belső felépítése hierarchikus, parallel multiprocesszoros rendszer. A feladat parallel folyamatokra van bontva, amelyeket /8-16 bites/ processzorok végeznek el vagy vezérelnek. Az 1 μ sec/1 raszter adat-előállítási sebesség tartása érdekében egyes sokszor ismétlődő feladatokat a processzorok alá rendelt nagysebességű, programozható célhardverek végzik.
17. Az elektronika tartalmazza a firmware-t. A firmware processzoronként blokkokra bontva, modulárisan programozva, a folyamatoknak megfelelően algoritmizálva készülnek.
18. A számítógépnek tartalmaznia kell a vektor-raszter, raszter-raszter konverziós programokat, az adatkezelő és szerkesztő, valamint a kommunikációs és vezérlő programokat.
19. A berendezésben felhasznált tőkés alkatrészek aránya kisebb mint 10%.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Dr. Oldal György: A műszaki rajz reprografiája.
Szabványkiadó, Budapest, 1982.
- [2] SZT SZEK 375-76.
Mikrofil'mirovanie. Mikrofil'mü. Tipü. Osznovnüe razmerü.
- [3] MSZ KGST 375-76.
Mikrofilmek típusai és méretei.
- [4] BS 4187. Part 1. 1973.
Specification for microfiche. Part 1. 60 frame format.
- [5] DIN 19054. 1-4. Teil. 1975, 1976, 1978.
Mikroplanfilm /Microfiche/
1. Begriff. Allgemeine Anforderungen.
2. Format A6, 5 Reihen.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren.
3. Format A6, 7 Reihen. Masse, Aufbau,
Verkleinerungsfaktoren.
4. Format A6, 18 Reihen bzw. 9 Reihen.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren.
- [6] DIN 19064. 1. Teil. 1976.
Mikroplanfilme mit wahlweiser Rastereinteilung.
Mikroplanfilm /Microfiche/ 18x24.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren.
- [7] DIN 19065. 1-2. Teil. 1978.
COM-Film /Computer-Output-Microfilm/
1. Begriffe. Anforderungen.
2. Format A6, 13 Reihen. Masse, Aufbau,
Verkleinerungsfaktor.

- [8] NMA MS1-1971.
Quality standards for computer output microfilm.
- [9] NMA MS2-1971.
Format and coding standards for computer output microfilm.
- [10] NMA MS5-1972.
Microfiche of documents.
- [11] ISO 2707-1973.
Transparent A6 size microfiche of uniform division -
Image arrangements No. 1 and No. 2.
- [12] ISO 2708-1976.
Microcopying - Transparent A6 size microfiche of
variable division - Image arrangements A and B.
- [13] NF Z 43-030-1978.
Micrographie. Microfiche transparente de format A6.
- [14] NF Z 43-032-1975.
Microfiche en sortie d'ordinateur.
- [15] SZT SZE V 526-77.
Edinaja szisztéma konsztruktorszkoy dokumentacii SZE V.
Osznovnûe trebovanija k vûpolneniju csertezsej,
podlezsascsih reprograficseszkoy obrabotke.
- [16] DIN 15. 1-2. Blatt. 1967.
Linien in Zeichnungen.
1. Linienarten, Linienbreiten, Anwendung.
2. Anwendungsbeispiele.

- [17] DIN 16. 1-3. Blatt. 1967.
Schräge Normschrift für Zeichnungen.
1. Allgemeines. Schriftgrössen.
2. Mittelschrift.
3. Engschrift.
- [18] DIN 17. 1-3. Blatt. 1967.
Senkrechte Normschrift für Zeichnungen.
1. Allgemeines. Schriftgrössen.
2. Mittelschrift.
3. Engschrift.
- [19] DIN 476. 2976.
Papier-Endformate.
- [20] DIN 823-1965.
Zeichnungen. Blattgrössen. Masstäbe.
- [21] ON-V 49-1977.
Mikrofilmgerechtes Zeichnen.
Wien, Österreichisches Normungsinstitut
- [22] J. Imaging Technology 12 /1986/ 47
- [23] J. Appl. Phot. Eng., 8/1982/, 190, 204, 215
- [24] 9/1983/, 7, 45
- [25] 10/1984/, 165
- [26] Bild und Ton 38/1985/, 19
- [27] 39/1986/, 19

- [28] Moderne Fototechnik 1985. No.12. p. 562
- [29] J. Soc. Phot. Sci. Techn. Japan 45 /1982/, 411
- [30] Kép és Hangtechnika, 1987. 6. sz.
- [31] LG-1 Gépkönyv, MTA SZTAKI 1985.
- [32] "Infosistems" 1979, 26 N^o3, 60, 62, 64
- [33] "Micrographics newsletter", 1980, 12, N^o2, 8pp
- [34] "Micrografiche Found Newsletter", 1979, N^o38, 3-9
- [35] "Erfolg", 1979, 28, N^o11, 86
- [36] "Microinfo, micrographics New Bulletin", 1980, 11, N^o1, 12 pp,
- [37] РЖ "Информатика", №7, 1982г. СССР.
- [38] Б. Кейзан. Достижения в технике передачи и воспроизведения изображения, 1979, т.2, МИР, М.
Журнал "Автоматизация", №2, 1983г.
- [40] Unconventional Imaging Processes /The Focal Press, London and New York/.
- [41] Solid State Technology, August 1987, pp. 59-61.
- [42] Laser Physics /North-Holland Publishing Co., 1969/

Optica Acta, 29 /1982/ pp. 923-939.

Optics Communications, 16 /1976/, pp. 161-165.

MIMI'85 CONFERENCE /ISMM/ Barcelona, Spain, p. 270-3.
1985.

BOAK CONFERENCIA'87 /MATE-NJSZT-HTE/ Gyöngyös,
Hungary p. 221-9. 1987.

MICROSYSTEM'85 CONFERENCE /CSVTS/ Tabor,
Czechoslovakia p. 158-62

О Г Л А В Л Е Н И Е

1. ВВЕДЕНИЕ	99
2. ОБРИМОВАНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩИХ ЧЕРТАХ	102
2.1. Микрофиша	102
2.2. Форматы и линии, подлежащие отображению	108
2.3. Масштаб отображения	112
2.4. Размер растра, размер диаметра луча	114
2.5. Временные условия	119
3. ФОТОМАТЕРИАЛЫ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ К ЛАЗЕРНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ	123
3.1. Серебряно-галогенные материалы	123
3.2. Материалы на несеребрянной основе	125
4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НОСИТЕЛЯМ ИНФОРМАЦИИ	130
4.1. Чувствительность к лазерному облучению	130
4.2. Контрастность	130
4.3. Рассеяние света	131
4.4. Физические свойства	132
5. СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ В ДВИЖЕНИЕ	134
5.1. Способ отображения	134
5.2. Способ приведение в лвижение	136
5.3. Лазерный плоттер LG-1	137
6. НЕКОТОРЫЕ ОПТИЧЕСКИК СООБРАЖЕНИЯ	147
6.1. Дозиметрические требования	147
6.2. Анализ глубины резкости	148
6.3. Измерение расфокусировки	152
7. ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ	156
7.1. Системы с плоским столом	156
7.2. Системы с вращающимся барабаном	159

. ВЫБОР ФОТОМАТЕРИАЛОВ И СРЕДСТВ	162
8.1. Источник света	162
8.2. Фотоматериал	162
8.3. Модулятор	165
8.4. Фокусирующая оптика	167
8.5. Принциальная схема оптической системы	167
8.6. Кодовый /синхронный/ датчик	169
8.7. Механическая конструкция	170
8.8. Электроника	171
8.9. Вопросы firmware и software	173
. ПАТЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	177
. ИССЛЕДОВАНИЕ ПУБЛИКАЦИЙ	179
. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	184
. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ	187

I. ВВЕДЕНИЕ

Вследствии быстрого роста объёма чертежей документации, сопровождающей технический прогресс, стало очевидно, что архивация документов и потребности в копировании не могут быть удовлетворены традиционными методами. Для развития этой отрасли характерно, что методы, которые были разработаны в начале для других целей, перевели в область документации или разрабатываются совершенно новые методы.

Документы, созданные репрографическим способом, делятся на две группы:

- макрокопии, читаемые невооружённым глазом;
- микрокопии, читаемые специальными увеличительными средствами.

Среди способов, входящих в первую группу, самые распространённые это - светокопирование, электростатическое копирование и теплокopирование. Их общей чертой является совпадение размеров с размером документа-оригинала.

Микрокопирование - это способ, относящийся ко второй группе, фиксирует отображение документации на кадре фотоплёнки в сильно уменьшенном масштабе, затем увеличивает до размера оригинала. Конечной продукцией микрокопирования является микрофильм.

Различается три вида микрофильмов, а именно микрофильм-рулон /MR/, микрофильм-полоска /MO/ и микрофиша /MF/. В настоящей работе занимаемся только вопросами изготовления микрофиша.

Распространённый до настоящего времени способ изготовления и применения микрофиша был основан на фотографических приёмах уменьшения, увеличения и копирования. Главные показатели сырья плёнки - это крутая градация /контрольная чувствительность/, высокая разрешающая способность и обычно малая светочувствительность.



До сих пор для изготовления микрофиши всегда был нужен готовый документ-оригинал. Он имелся в распоряжении на листах с размерами, соответствующими стандартам технических чертежей. Нанесение документов на микрофишу выполнялось методом "step and repeat". Его суть заключалась в перефотографировании документов с определённым уменьшением на кадровые поля стандартного размера и расположения микрофиши таким образом, что после снимка следовал переход на новый кадр, затем перефотографирование нового документа и новый переход, повторяя так процесс до тех пор, пока микрофиша не заполнилась или документ для перекопирования кончился. Название документов и его идентификационные данные /№ чертежа, код, и т.д./ в разборчивом размере фотографированием наносят на титульную часть микрофиши и поиск становится весьма простым.

Как было сказано, к этому методу всегда нужно было иметь документ-оригинал. Каждый раз нужно было начертить, написать материал, подлежащий микрокопированию. С ростом уровня развития вычислительной техники стало возможным исключить этот шаг, что во многом ускорит этот процесс. С помощью систем CAD / Computer Aided Design/ в настоящее время уже можно спроектировать самые сложные устройства и детали, у которых описание в векторной форме или изображение, заданное растрами / bit map /, хранится в памяти вычислительной машины. Информация, хранившаяся в виде электрических сигналов в памяти, может быть выведена с помощью внешних устройств системы COM / Computer Output Microfilm /. Название COM употребляется для обозначения таких устройств, которые - созданные вычислительной машиной данные - выводят непосредственно на микрофишу. С полученной таким образом микрофиши, путём копирования можно готовить копию на бумаге. Игнорирование традиционных носителей информации и непосредст-

венное создание изображения на микрофише, является значительным критерием, потому что уже и до появления систем СОМ данные хранились на микрофильме, но фиксаж проводился фотографированием данных, напечатанных на бумаге. К условиям, помогающим в механизированном составлении документации, приводящим к значительному сокращению времени, относится ещё экономия в складской площади по отношению к весу объёму чертежей на кальке и на бумаге а также более простая перевозка и обращение с документацией и не в последнюю очередь - возможность механизации чертежей по их содержанию. /I/

Основным звеном систем СОМ является оборудование для изготовления микрофиш, принципиальными и практическими вопросами которой будем заниматься в дальнейшем.

2. ОБРИСОВАНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩИХ ЧЕРТАХ.

Задачей оборудования для изготовления микрофиши является фиксирование данных, созданных вычислительной машиной, на микрофишу таким образом, чтобы соответствовало относящимся сюда предписаниям, техническим возможностям и требованиям будущего. На основании ожиданий, сюда относящихся предписаний, технических возможностей и известных исходных данных, обрисуем задачу в общих чертах.

2.1. Микрофиша

Микрофиша, в отличии от формата 90x120 мм и 75x75 мм, использованного I - 2 десятилетия тому назад, в настоящее время чаще всего изготавливаются на плоской плёнке размером 105x148 мм или на рулонной плёнке шириной 105 мм. Последняя, после обработки, может быть нарезана на формат А6.

На микрофишу размером А6 может быть размещено различное количество снимков в разном масштабе уменьшения. Различными могут быть на микрофишах поля, отведённые для названий и идентификационных данных, также как и рабочие поверхности для возможных кодов на краю микрофиши. Такая разновидность больше всего затрудняет использование микрокопий - чтение, увеличение - и обмен между учреждениями и в международном масштабе. Поэтому понятно, что стало необходимой стандартизация материалов-носителей, их размеры, размеры кадровых полей, сфотографированных на них, место и размеры титульных полей и кодов. По этой теме составлены стандарты СЭВ СТ373-76 и СТ375-76. Стандарт 373 кроме общих предписаний занимается и построением микрофиш, размещением снимков на микрофише и идентификационными полями. Стандарт 375 занимается

типами и размерами микрофиш.

Общий размер микрофиши составляет 105х148 мм, что соответствует стандартному размеру А6. Стандарт 375 определяет минимальный и максимальный размер кадра на микрофише, размер поля почернения, деление снимков, а также размер и размещение кодовых и титульных полей. По стандарту 375 на одной микрофише могут быть размещены минимум 2 или максимум 60 кадров /см. таблицу I. рис. 1, 2, 3, 4/.

Также по стандарту 375 минимальный размер кадра, который необходимо нанести на микрофишу 14,2х10,1 мм.

Из изложенного в данной главе, учитывая Стандарт СЭВ СТ375-76, можем установить следующее:

- общий размер носителя информации микрофиши 105х148мм;
- минимальное кадровое поле 14,2х10,1 мм;
- количество кадровых полей, размещаемых на микрофише меняется от 2 до 60;
- кодовые и титульные поля размещены в установленном месте.

В итоге приведём несколько других стандартов, занимающихся также вопросами размера и размещения микрофиши или COM:

I. Международный стандарт, издаёт

International Organization for Standardization
ISO 2707-1973
ISO 2708-1976

2. Стандарт ФРГ, издаёт:

Deutsches Institut für Normung
DIN 19054-1975
DIN 19064-1976
DIN 19065-1978

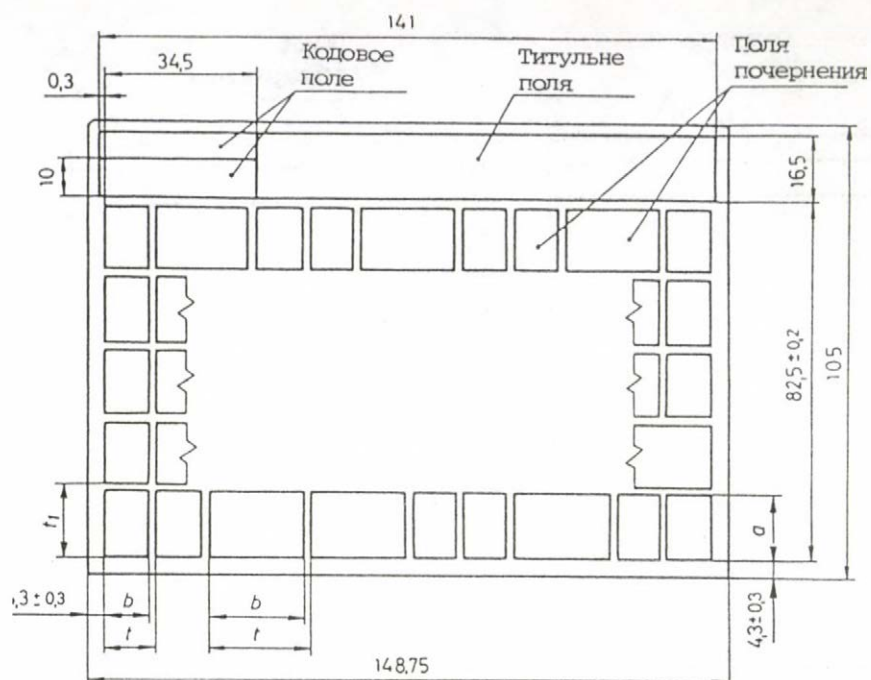


Рис. 2.

Микрофиша с максимум 60 снимками, кодовым и титульными

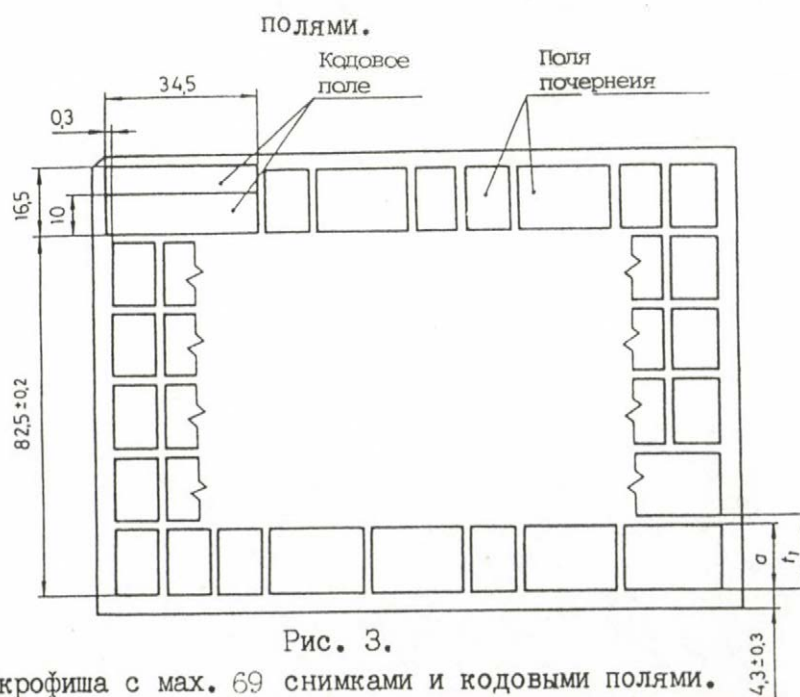


Рис. 3.

Микрофиша с мах. 69 снимками и кодовыми полями.

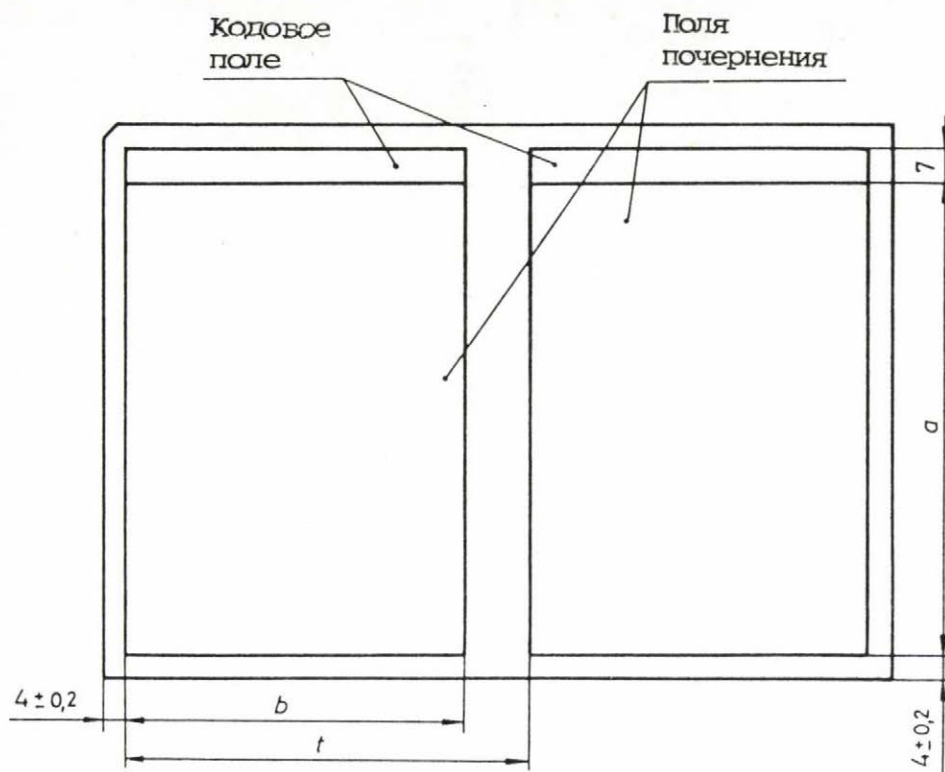


Рис. 4.
Микрофиша с 2 снимками и кодовым полем

Таблица I.

Тип микро-фильма	Деление снимков				Поле почернения				Кадровое поле		Расстояние поля почернения от края плёнки	
	t ₁		t		a		b		a ₁	b ₁	a ₂	b ₂
	Ном. размер	До - пуск	Ном. размер	До- пуск	Ном. размер	До- пуск	Ном. размер	До- пуск	макс.		мин.	
MF-A6	16,50	±0,15	11,750	±0,30	15,75	-0,75	11,00	-0,50	14,20	10,10	4,00	4,00
	16,50	±0,15	23,500	±0,30	15,75	-0,75	22,75	-0,50	14,20	20,20	4,00	4,00
	49,50	±0,30	47,000	±0,60	32,00	-0,50	45,00	-0,50	28,50	40,80	4,00	4,00
	49,50	±0,30	70,500	±0,30	45,00	-0,50	64,00	-0,50	40,80	57,50	4,00	4,00
	-	-	76,375	-0,70	90,00	±0,30	64,00	±0,30	81,50	57,50	3,80	3,80

Примечание: размеры в мм.

2.2. Форматы и линии, подлежащие отображению

Группа вопросов, связанных с изготовлением микрофиш-это характер, качество, размер, содержание документов-оригиналов.

Предметом учётного доклада является, в первую очередь, отображение технических чертежей на микрофишу. В связи с этим возникает два узла проблем. С одной стороны, те предписания, стандарты, которые определяют требования, предъявляемые к техническим чертежам, с которых намечается изготовить микрофишу. С другой стороны, сложности возникают в ходе качественного отображения на микрофишу, созданных таким образом, технических чертежей.

Главные требования, предъявляемые к техническим чертежам, пригодным для изготовления микрофиш:

- применение минимального количества форматов;
- упрощение метода черчения;
- толщина линий;
- минимальный размер букв;
- расстояние между строками;
- оттенок и стиль букв;
- плотность букв, линий;
- длина строк;
- машинная надпись;
- обозначение центра.

Не рассматривая подробности отметим, что при создании микрофиши не фотографическим путём, сталкиваемся по сути с тремя большими узлами вопросов.

Первая, это тематика применяемых знаков, букв и цифр, чем занимаются стандарты СЭВ СТ 851-78, 852-78,

855-78. Данные стандарты определяют форму и размеры букв, цифр и знаков годных при изготовлении микрофиш. Их форма немного "открытие", чем у так называемых "нормальных" стандартных букв, для того чтобы после уменьшения они не перепутывались друг с другом. По отношению к их размеру стандарт задаёт ряд, в котором все размеры, в свою очередь, определяются как кратность к высоте заглавной буквы. Устанавливают высоту самой маленькой заглавной буквы /2,5 мм/, применяемой при изготовлении микрофиш, и дальнейшие шесть ступеней размеров применяемых больших букв /см. таблицу 2./

Вторая, это тематика используемой толщины линий и команд, относящихся к техническим чертежам, нанесённых на микрофишу. По стандарту толщина эталонной линии, меняется от $s = 0,5$ до $s = 1,4$ мм. Самая тонкая линия, считая $s/3$ будет $0,5/3 = 0,17$ мм, что округляя даёт 0,2 мм /см. таблицу 3./

Таблица 2.

Тип "А" $d=h/14$									
Обозначение	Соотношение		Размеры мм						
h	$(14/14)h$	14d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
c	$(10/14)h$	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
a	$(2/14)h$	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
b	$(22/14)h$	22d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
e	$(6/14)h$	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
d	$(1/14)h$		0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

h = номинальный размер письменного знака

c = высотой прописной буквы

- a = расстояние между письменными знаками
 b = минимальное расстояние между эталонными линиями
 e = минимальное расстояние между словами
 d = толщина линии.

Таблица 3.

Линии			Группы линий									
Название	Толщина		I		2		3		4		5	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
толстая	s		0,35		0,5		0,7		1,00		1,4	
средняя	s/2	2/3s	0,18	0,25	0,25	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7	0,7	1,0
тонкая	s/3	s/2	0,13	0,18	0,18	0,25	0,25	0,35	0,35	0,5	0,5	0,7
подчёркнутая	2s		0,7		1,0		1,4		2,0		2,0	

При изготовлении микрофиш предпочтение следует отдавать линиям группы "б".

Таблица 4.

Толщина линий мм	Минимальный про- межуток линий мм
0,25	0,7
0,35; 0,5	1,0
0,7	1,2
$1,0 >$	1,4

Среди чертёжно-технических преписаний важнейшим является соотношение между минимальным промежутком линий и толщиной линий. Минимальный промежуток между двумя линиями должен быть вдвое больше толщины данной линии, но не менее 0,7 мм /см. таблицу 4./ Стандарт при изготовлении микрофиши запрещает открытые размерные стрелки и не допускает сверхточные чертежи. Эти предписания дают возможность чёткого прочитывания.

Третья, это вопрос формата. Обычно считают, что для изготовления микрофиши подходящие форматы от А1 до А4.

Не рекомендуется использовать формат больше А1. Большие чертежи следует снимать по частям.

Из изложенного в данной главе, учитывая стандарты, можем установить следующее:

- толщина основной линии 0,5 - 1,4 мм
- толщина тончайшей линии 0,2 мм
- минимальный промежуток линий 0,7 мм
- высота мельчайшей заглавной буквы 2,5 мм
- используемые форматы А1 - А4

В добавление перечислим ещё несколько других стандартов, содержащих предписания, относящиеся к техническим чертежам при изготовлении микрофиш:

1. Стандарт СЭВ:

СТ СЭВ 526-77

2. Стандарт ФРГ, издаёт

Deutsches Institut für Normung

DIN I5 I-2 Blatt 1967

DIN I6 I-3 Blatt 1967

DIN I7 I-3 Blatt 1967

DIN 476 1976

DIN 823 1965

3. Австрийский стандарт, издаёт

Österreichisches Normungs-Institut

ON-V 49-1977

Список литературы, использованной в данной главе
/15,16,17,18,19,20,21/.

2.3. Масштаб отображения

Обратные величины частных, приведённых из стандартных размеров документов A/n и из стандартных размеров кадровых полей, образуют характерный цифровой ряд. Каждый из членов этого ряда показывает кратность уменьшения данного документа или, иначе говоря, масштаб отображения. По смыслу, уменьшение или его масштаб относятся не только к уменьшенному рисунку, но и ко всем типам линий, применяемым в данном рисунке. В таблице приведены стандартные размеры кадровых полей, соответствующие размерам стандартным документам, в зависимости от степени уменьшения /см. таблицу 5./.

Таблица 5.

Формат и размер документа	Масштаб уменьшения			
	I : 2I	I : 29,7	I : 42	I : 48
A/4 210x297 мм	10,1x14,2	10,1x7,1 *	-	-
A/3 420x297 мм	20,2x14,2	10,1x14,2	10,1x7,1 *	-
A/2 420x594 мм	20,2x28,5 *	20,2x14,2	10,1x14,2	8,7x12,3 *
A/1 840x594 мм	40,8x28,5	20,2x28,5 *	20,2x14,2	17,5x12,3 *
A/0 840x1188 мм	40,8x57,5	40,8x28,5	20,2x28,5 *	24,8x17,5 *

Примечание: Использование размеров, указанных "ж", по стандарту не разрешаются.

Стандартным форматом и масштабом отображения, применяемым в технике микрофиш, соответствует часть таблицы, обведённая толстой линией. Как видно, масштаб уменьшения $I : 48$ в настоящее время не стандартный, а с другой стороны, формат A/O может быть отображён стандартным масштабом уменьшения на стандартное кадровое поле, но его применение в технике микрофиш не рекомендовано. С помощью уменьшения и минимальной толщины линий на документе-оригинале можно определить максимальную толщину линий, принадлежащую к данному масштабу уменьшения, которая появится на микрофише. /см. таблицу 6./

Таблица 6.

Масштаб	$I : 2I$	$I : 29,7$	$I : 42$	$I : 48$
Толщина	10 мкм	7 мкм	5 мкм	4 мкм

Такое определение уменьшения или масштаба - ввиду способа создания микрофиш до настоящего времени - в полной мере оправдано. Ведь микрофиша была изготовлена путём фотографирования и оптическое устройство чтения или копирования восстанавливала пригодный для чтения или использования размер.

Такой способ определения удовлетворителен и для векторных устройств изготовления микрофиш, так как с помощью масштаба уменьшения можно рассчитать и определить координаты, толщину линий и надписи документа, подлежащего отображению.

Можно установить следующее:

- учитывая размеры кадровых полей по стандарту СЭВ СТ 375-76 и размеры документов, подходящих для микрофиши, получаются стандартные масштабы уменьшения $I:2I$, $I:29,7$, $I:42$;

- соответствующая масштабу уменьшения минимальная толщина отображённых линий по порядку 10 мкм, 7 мкм, 5 мкм;

2.4. Размер растра, размер диаметра луча

Растровый метод отображения, как самое современное направление в настоящее время, возникшее с развитием проектных систем, оснащённых вычислительной машиной, требует иной подход,

Сначала следует рассмотреть характерные черты растрового метода отображения. Сразу можно установить, что и в принципе невозможно создавать на рисунке точку с меньшим размером или линию тоньше, чем настоящий размер растра. В то же время это означает, что выбор размера растра определяет максимальный масштаб уменьшения, достигаемого оборудованием. Например, если размер растра выбрать 5 микрон, то самая тонкая отображённая линия будет 5 микрон. Если провести пересчёт по стандартному масштабу $I : 42$, то получается $5 \text{ микрон} \times 42 = 210 \text{ микрон}$, что как раз соответствует тончайшей линии 0,2 мм. Но если этот же расчёт провести при масштабе $I : 48$, то получается $5 \text{ мкм} \times 48 = 240 \text{ мкм}$, что приблизительно соответствует толщине линии 0,25 мм, но отображение тончайшей линии документа-оригинала 0,2 мм не представляется возможным.

В предыдущих рассуждениях не касались вопроса о луче, который производит рисунок. Очевидно предположить, что диаметр луча соответствует размеру растра. В связи с выбором диаметра луча. можно установить, что если диаметр меньше порядка десяти микрон, то источником излучения может быть только лазер. Рассмотрим теперь отображённые прямые разных направлений. Толщина прямой, проведённой в направлении скен /направлением скен

называем направление, в котором черчение происходит непрерывно/ соответствует размеру растра и диаметру луча, а контур прямой - гладкий. Перпендикулярная к скен прямая - волнистая из-за круглого поперечного сечения луча. В случае прямых произвольного направления и кривых линий ситуация становится ещё хуже, а в случае прямой под углом 45° она даже не будет непрерывной. Это на уменьшенном рисунке /на микрофише/ не имеет значения, т.к. растр и диаметр луча одинаково малы - 5 мкм. А при обратном увеличении это не допустимо.

По сути дела, имеются две возможности для решения этих трудностей:

- Выбрать диаметр луча d / и размер растра r / значительно меньше, чем самая тонкая линия отображения V_{\min} /. Иначе $V_{\min} \geq 5d$ и $d = r$ /например, $V_{\min} = 5$ мкм, тогда $d = r = 1$ мкм/.

- Диаметр самой тонкой линии отображения V_{\min} / соответствует диаметру луча, а размер растра меньше его. Иначе, $V = d + nr$, где $n = 0, 1 \dots k$ и $r = d/2$. Например, $d = 5$ мкм, тогда $r = 2,5$ мкм и $V_{\min} = 5$ мкм./

Рассмотрим два случая решения.

В первом случае можно установить, что если соблюдать величину $V_{\min} \geq 5d$ или ещё дальше увеличивать её, то для прямых в произвольном направлении и для кривых, а также для сглаживания их контуров, можем получить хороший результат. Цена этого улучшения, в то же время, велика. Уменьшая диаметр луча ниже 5 мкм, получается, что стоимость оптической системы будет больше на целый порядок. Это связано, прежде всего, с глубиной резкости, допуском механических деталей, параметрами окружающей среды и т.д.

Значительно увеличилось бы количество обрабатываемой информации. Например, переходом с раstra 5 мкм на растр 1 мкм, количество обрабатываемой информации увеличивается в 25 раз. Это привело бы к значительному росту объёма памяти, увеличению времени обработки, что в конечном итоге увеличило бы время изготовления микрофиш. Медленно произведённая микрофиша высокого качества была бы дорогостоящей и далеко не экономичной.

Большим результатом привлекает второй вариант. Если принять диаметр луча равным 5 мкм, то получается размер раstra 2,5 мкм и минимальная толщина линии также 5 мкм. Можно установить, что в этом случае вычислительная машина через 2,5 мкм должна выдавать информацию об отображении /отображение осуществляется в растре 2,5 мкм/, должна решать, в каждом растре 2,5 мкм меняется ли пиксел 5 мкм или нет. Это для вычислительной машины рутинная работа и не приводит к потери времени. Далее два скен-а, проходящие параллельно друг другу, на 50% перекрывают друг друга, что требует уменьшения крутизны кривой почернения плёнки.

Из исходных данных следует, что минимальная толщина отображённой линии составляет 5 мкм, а программируемые отрезки линий могут иметь длину равной

$$5 \text{ мкм} + n \times 2,5 \text{ мкм},$$

где $n = 0, 1, 2, \dots, k$. В то же время прямые в произвольном направлении и кривые будут иметь достаточно гладкие контуры. Для иллюстрации показано семейство рисунков 5, где на рис. 5/а размер раstra, диаметр луча и минимальная толщина линий равна 5 мкм. На рис. 5/б размер раstra, диаметр луча 5 мкм, а минимальная толщина линии 10 мкм; на рис. 5/в размер раstra 2,5 мкм, диаметр луча и минимальная толщина линии 5 мкм, а на рис. 5/г. растр 2,5 мкм, диаметр луча 5 мкм и минимальная толщина линии равна 7,5 мкм. Рисунки изображены с увеличением в 100 раз.

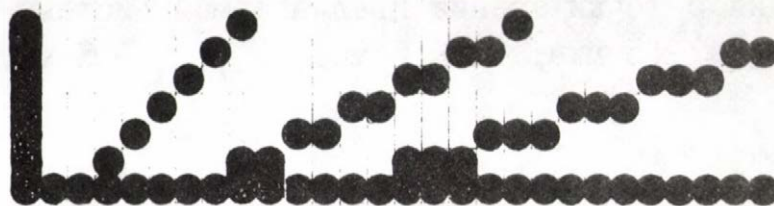


Рис. 5/а

$r = 5 \text{ мкм}, d = 5 \text{ мкм}, V_{\min} = 5 \text{ мкм}$



Рис. 5/б

$r = 5 \text{ мкм}, d = 5 \text{ мкм}, V_{\min} = 10 \text{ мкм}$

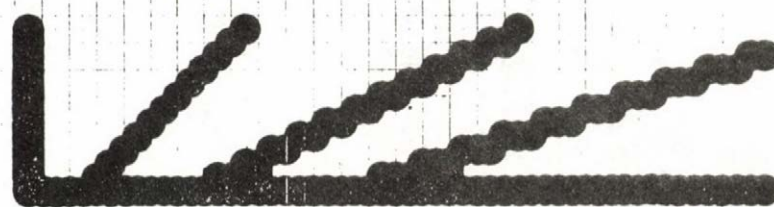


Рис. 5/в

$r = 2,5 \text{ мкм}, d = 5 \text{ мкм}, V_{\min} = 5 \text{ мкм}$

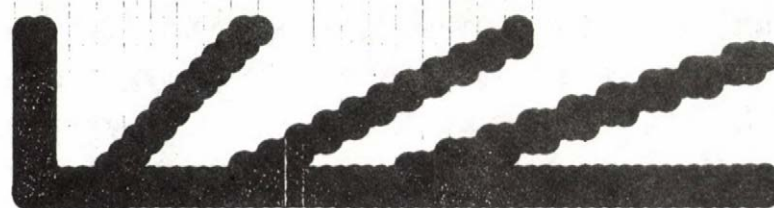


Рис. 5/г

$r = 2,5 \text{ мкм}, d = 5 \text{ мкм}, V_{\min} = 7,5 \text{ мкм}$

Рис. 5. Различные соотношения размеров растра, диаметра луча и минимальной толщины линии.

Рассмотрим теперь ряд цифр, показывающих **степень** уменьшения с точки зрения предлагаемой системы с параметрами $r = 2,5 \text{ мкм}$; $d = 5 \text{ мкм}$; $V_{\min} = 5 \text{ мкм}$.

Таблица 7.

Масштаб	I : 2I	I : 29,7	I : 42	I : 48
Отображённая толщина линии	10мкм	7,5мкм	5мкм	5мкм
Отображаемая толщина линии	0,2	0,2	0,2	0,25

Анализ таблицы показывает следующее:

- при масштабах уменьшения I:2I; I:29,7; I:42 предлагаемая система может осуществить отображение тончайшей линии;
- при масштабе уменьшения I:48 предлагаемая система из линий по системе S/3 не может отобразить самую тонкую линию /0,2 мм/, а также и минимальный стандартный размер букв /2,5 мм/. В то же время может отображать следующую толщину /0,25 мм/ и следующий стандартный буквенный размер /3,5 мм/ также как и самую тонкую линию /0,25 мм/ по системе S/2

Таким образом, предлагаемая система / $r = 2,5 \text{ мкм}$; $d = 5 \text{ мкм}$; $V_{\min} = 5 \text{ мкм}$ / может осуществлять отображение в масштабе I:48 с удовлетворительным качеством, а при масштабах I:2I; I:29,7; I:42 выполняет свою функцию без ограничений.

2.5. Временные условия

При растровом отображении время изготовления рисунка не зависит от количества документов, нанесённых на микрофишу и от их сложности, так как луч должен обжечь всю поверхность. Таким образом, не допустим большую ошибку, если при расчёте исходим из количества документов формата А/4, максимально нанесённого по стандарту на микрофишу. Как было показано в главе 2.1., это означает, что на одну микрофишу можно разместить 69 шт. формата А/4. Если принять, что на изготовление всей микрофиши необходимое время составляет I час, то это означает, что для нанесения одного документа формата А/4 потребуется 52 сек. Это время входит в один порядок с временем работы оборудования по принципу "Stop and repeat" /4 ~ 8 часов/, применяемых в настоящее время, у которых подготовка документов, установка под объектив осуществляется вручную, а фокусировка объектива и продвижение микрофиши происходит автоматически. Здесь необходимо ещё раз подчеркнуть экономию во времени и в рабочей силе, так как в физической подготовке нет необходимости /черчение и напечатывание документов/.

Проведём дальнейший анализ влияния I часового полного времени изготовления рисунка на условия и ограничения применяемой плёнки и проектного оборудования.

Время черчения зависит от:

- разрешающей способности, т.е. от размера раstra / r /
- чувствительности плёнки;
- энергии источника света;
- выполнения механических деталей;
- скорости обработки информации.

На основании главы 2.4. за исходные данные принимаем следующие:

- размер микрофиши 105 x 148 мм;
- размер растра $r = 2,5$ мкм;
- диаметр луча $d = 5$ мкм;
- чувствительность плёнки и энергия источника излучения позволяют принять время экспозиции / $\tau_{\text{эксп.}}$ / $t \sim 2$ мсек.;
- электронный блок управления может выдавать данные такой скоростью;
- однолучевая система отклонения луча;
- механическое исполнение должно быть такое, чтобы большая сторона микрофиши оказалась параллельной направлению сканирования. Полный ход /как при варианте с ложей, так и при вращающемся барабане/ не менее чем в 2,2 раза превышал большую длину микрофиши, а также чтобы обеспечивалась скорость движения, соответствующая времени экспозиции.

Можно написать:

Количество растров по направлению сканирования:

$$l_{\text{скан.}} = \frac{148}{2,5} \cdot 10^3 = 59200 \text{ шт. растровых точек.}$$

Количество растров по перпендикулярному направлению сканирования:

$$l_{\text{перп.скан.}} = \frac{105}{2,5} \cdot 10^3 = 42000 \text{ шт. растровых точек}$$

Количество пиксел на полной поверхности микрофиши:

$$\begin{aligned} \Sigma P &= l_{\text{скан.}} \times l_{\text{перп.скан.}} \\ &= 59,2 \cdot 10^3 \times 42 \cdot 10^3 = 2,4864 \cdot 10^9 \approx \\ &\approx 2,5 \text{ Гигапиксел} \end{aligned}$$

Время, необходимое для прохода одного скана:

$$t_{\text{скан.}} = l_{\text{скан.}} \times \tau_{\text{эксп}} = 59200 \times 1 \cdot 10^{-6} = 59,2 \text{ мсек}$$

Время, необходимое для отображения полной поверхности:

$$\begin{aligned} \sum t_{\text{скан}} &= t_{\text{скан}} \times l_{\text{перп.скан}} = 59,2 \cdot 10^{-3} \times 42 \cdot 10^3 = \\ &= 2486,4 \text{ сек} \approx 2500 \text{ сек} \end{aligned}$$

Действительное время отображения:

$$\begin{aligned} T &= 2,2 \sum t_{\text{скан}} = 2,2 \times 2500 \text{ сек} = 5500 \text{ сек} = \\ &1 \text{ час } 32 \text{ мин} \end{aligned}$$

Предположим, что по механической конструкции имеем дело с вращающимся барабаном, можно подсчитать диаметр барабана и число оборотов.

Периметр барабана $/K_{\text{бб}}/$:

$$K_{\text{бб}} = 2,2 \times 148 = 325,6 \text{ мм}$$

$$d_{\text{бб}} = \frac{325,6}{\pi} \approx 103,7 \text{ мм}$$

Число оборотов барабана $/n_{\text{бб}}/$:

$$\begin{aligned} n_{\text{бб}} &= \frac{1}{\frac{K_{\text{бб}}}{r} \cdot 10^3 \times \tau_{\text{экс}} \cdot 10^{-6}} = \\ &= \frac{1}{\frac{325,6}{2,5} \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6}} = 7,6 \text{ об/сек} \end{aligned}$$

Полученное действительное время отображения - 1 час. 32 мин - что примерно на 50% превышает желаемое время отображения.

Не вдаваясь в подробности в связи с наличием резервов в системе, к качественному сокращению времени отображения приводит двухлучевая система. В этом случае, действительное время отображения будет сокращено вдвое, т.е.

$$T_{\text{двухлуч.с.}} = \frac{T}{2} \approx 46 \text{ мин}$$

Подводя итоги рассуждений этой главы об оборудовании для изготовления микрофиз можно сказать следующее:

- размер раstra $r = 2,5 \text{ мкм}$;
- диаметр луча $d = 5 \text{ мкм}$
- действительное время отображения $T \approx 1 \text{ час}$;
- полностью удовлетворяет требованиям уменьшения в масштабах $1:21$; $1:29,7$; $1:42$;
- при масштабе уменьшения $1:48$ не удовлетворяет требованиям минимальной толщины линии и буквенного размера. Остальным требованиям удовлетворяет;
- оборудование позволяет изготавливать рисунки с произвольным масштабом уменьшения в рамках соблюдения условий минимальной толщины линии, так как определение трансформации - это задача программы вычислительной машины.

В дальнейшем рассмотрим плёночные материалы, чувствительные к лазерному излучению, учитывая возможные конструкционные решения и выдвинем предложения по исполнению конкретного оборудования.

3. ФОТОМАТЕРИАЛЫ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ К ЛАЗЕРНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

В системе СОМ в качестве источника света используются обычно аргоновые /488 - 515 нм/ и гелий-неоновые /632,8 нм/ лазеры, поэтому фотоматериалы должны быть чувствительными к световым лучам в указанных диапазонах длины волн. В принципе для этой цели применимы как материалы на серебряно-галогенной основе, так и несеребряные материалы.

3.1. Серебряно-галогенные материалы.

Для экспозиции лазерного излучения разработаны специальные фотоматериалы. Это лазерно-фотонаборные и галографические материалы. Кроме них внимания заслуживают такие панхроматические микрофильмы и типографские материалы.

Лазерно-фотонаборные материалы изготавливаются и на прозрачном носителе /прежде всего, на полиэстерной плёнке/ и на бумажной основе. Плёнки имеют противоореальный слой. Поскольку фотонаборные устройства, применяемые в типографском деле, используют гелий-неоновые лазеры, фотоматериалы чувствительны к красной основе области спектра /590 - 680 нм/; максимум чувствительности находится в интервале 630 - 640 нм. Плёнки для фотонабора фирм Agfa и Kodak интересны тем, что серебро-галоген имеет в соответствующем интервале поглощение меньшую чувствительность, чем в области светочувствительности.

Материал плёнок для лазерного фотонабора имеет среднюю контрастность $\gamma = 2 - 3$, машины для фотонабора почти не рассеивают лазерные лучи в интервале экспозиции, но при этом их разрешающая способность относительно не велика $R = 140 - 160 \text{ мм}^{-1}$, что едва превышает разрешающую способность низкочувствительного фотоматериала /25...50 ASA /.

Чувствительность к лазерному облучению находится в пре-

делах $3 - 40 \text{ мкДж/см}^2$, и это достигается ультрокоротким $/10^{-7} \text{ с}/$ временем экспозиции. Их проявление происходит традиционным способом, но может быть реализовано быстродействующими растворами. Для этих цели используют оборудование, обрабатывающее кассеты.

Современные плёнки для фотонабора имеют большой диапазон экспозиции, их максимальная плотность не изменяется в интервале приблизительно $0,6 - 0,8 \log H$. Поэтому они менее чувствительны к изменениям интенсивности экспонирующего света.

Галографические материалы поступают в продажу на плёночном носителе и на стеклянных пластинах. Плёнка имеет противоореальный слой. Их спектральная чувствительность бывает двух типов. Часть из них чувствительна к лучам лазера с длиной волны $500 - 700 \text{ нм}$, а другая часть - к длине волны $400 - 550 \text{ нм}$, так что наряду с гелий-неоновыми и аргоновыми можно использовать и лазеры других типов.

Размер кристаллов галогенида серебра галографических материалов лежит в пределах $30 - 90 \text{ нм}$, что на много меньше кристаллов традиционных материалов, поэтому их оптическая разрешающая способность очень высока: $2000 - 5000 \text{ мм}^{-1}$ /для слоёв, содержащих кристаллы размером $30 - 37 \text{ нм}$, 5000 мм^{-1} /.

Энергия экспозиции так же различна: для материалов с разрешающей способностью $2000 \text{ мм}^{-1} - 0,3 - 0,5 \text{ мкДж/см}^2$, а для разрешения в $5000 \text{ мм}^{-1} - 20 - 60 \text{ мкДж/см}^2$. По сравнению с материалами для лазерного фотонабора время экспозиции здесь на несколько порядков больше.

Панхроматические микрофильмы изготавливаются на прозрачном триацитатном или полиэфирном носителе, обычно с противоореальным слоем. Они светочувствительны в интервалах длины волны $400 - 510$, а также $600 - 690 \text{ нм}$. Целесооб-

разно применение в первую очередь гелий-неонового лазера.

Их разрешающая способность $300 - 400 \text{ мм}^{-1}$. Чувствительность к лазерному облучению при ультракороткой экспозиции $/10^{-7} \text{ с}/$ обычно не велика. При увеличении времени экспозиции до $10^{-3} - 10^{-1} \text{ с}$ они дают требуемую максимальную плотность уже при энергии экспозиции $0,1 - 50 \text{ мкДж/см}^2$.

Их полное проявление до сухой плёнки даже при обычных условиях реализуемо весьма быстро /в пределах 10 мин/. Они поступают в продажу в виде пластин или кассет шириной 35, 70 и 105 мм и различной длины.

С точки зрения лазерного облучения заслуживают внимания так же панхроматические лит-плёнки. Они изготавливаются на прозрачной полиэфирной основе с противоореольным слоем. Чувствительны они в интервале $600 - 660 \text{ нм}$.

Их чувствительность к лазерному облучению такая же, как у плёнок для лазерного фотонабора, однако их кристаллы большого размера сильнее рассеивают свет. Из-за этого их разрешающая способность невелика $/140 - 160 \text{ мм}^{-1}/$.

Лит-плёнки даже в обычном проявителе дают большую контрастность и большую максимальную плотность. Они поступают в продажу в виде пластин или кассет.

3.2. Материалы на несеребряной основе.

Для лазерной экспозиции могут применяться диазо- и везикулярные материалы, электрофотографические слои и теплочувствительные материалы.

Диазо-, и везикулярные технологии основаны на распаде солей диазония под воздействием света. Диазоматериалы дают позитив, а везикулярные материалы дают позитив.

Диазофильм состоит из полиэфирного носителя толщиной $50 - 175 \text{ микрон}$, а также из находящегося на нём целлюлоз-

естерного слоя толщиной 4 - 8 микрон, который содержит три главных компонента: соль диазония, соединяющее вещество и стабилизирующую кислоту, а также прочие добавки.

Диазофильмы дают изображение синего, синевато-чёрного или чёрного цвета. Они чувствительны в ультрафиолетовой области спектра. Их экспонируют с помощью ртутной лампы или аргонового лазера. Проявление происходит в специальном оборудовании с использованием аммония. Разрешающая способность достигает 10000 мм^{-1} , ограничивается она лишь возможностями оптической системы. При лазерной экспозиции была достигнута разрешающая способность более 3000 мм^{-1} .

Световая стабильность их ограничена, но это вызывает проблемы только при сильном, 100-кратном уменьшении, когда некоторую выбранную часть изображения изучают в течении нескольких часов. Тепловая стабильность удовлетворительна.

Светочувствительность диазофильмов на 6 порядков слабее, чем у серебряно-галогенидных материалов.

Используя гелий-кадмиевый лазер с длиной волны 442 НМ и соответствующую диазониевую соль, при экспозиции 5 мДж/см^2 достигается значение около 2 Д. Эти плёнки целесообразно использовать в качестве материала дубликата, экспонируя лампами либо ртутными с водяным охлаждением, либо галлиево-ртутными, но и в этом случае время экспозиции 5 сек.

Везикулярная плёнка состоит из полиэстерного носителя /толщина 50 - 175 микрон/ и полиэстерного слоя толщиной 3 - 6 микрон. Последний содержит соль диазония, оцветитель и средство, формирующее зародыши кристаллов, который способствует образованию азотных пузырьков в данном слое под действием света /они образуют дискретные точки изображения/.

Разрешающая способность везикулярных плёнок определяется размером пузырьков: от 400 до 500 мм^{-1} . Их световая стабильность высока: даже длительное излучение документа

при 200-кратном уменьшении не вызывает проблем, даже при большой интенсивности света. Срок хранения готового изображения, согласно экстраполяции - 1000 лет.

Чувствительность их очень низка, такая же, как у диазоплёнок. Материал KDR фирмы KALVAR может экспонироваться аргоновым лазером, но точных данных о величине энергии экспозиции не имеется.

Недостатки: везикулярные плёнки легко можно поцарапать, что вызывает потери плотности. То же самое происходит при сжатии пузырьков под действием давления, производимого частицами загрязнения.

В прошедшие 10 - 15 лет везикулярные плёнки широко использовались вместо серебряно-галогенидных материалов в операциях дублирования.

Теплочувствительная плёнка для системы COM была разработана японской фирмой Fuji. Для экспозиции используются аргоновые и гелий-неоновые лазеры. Плёнку можно использовать непосредственно после записи, без всякой обработки. Плёнка LDF / Lazer Direct-recording Film / состоит из основы, находящейся на полиэстеровом носителе, толщиной 100 микрон, слоя формирования изображения толщиной 1 микрон, содержащего частицы олова и сульфида олова, а также находящегося над ним защитного слоя толщиной 10 микрон.

Если для экспозиции материала LDF использовать лазерное облучение, то на освещённой площади температура значительно повышается, металлический слой расплавляется, и на поверхности образуются микроскопические глобулы.

Чувствительность LDF - 80 мДж/см², при скорости 0,25 сек/страница и 42-кратном уменьшении. Данных о разрешающей способности не имеется, однако отметим, что граничное значение определяется размером пятна лазера. Стабильность изображения отличная. Материал не требует химической обработки, он не токсичен.

К теплочувствительным слоям относятся так же так называемые GLIMM -полимеры. Чувствительность их при экспонировании лазером с длиной волны 690 или 1060 НМ составляет 5 - 50 мДж/см², разрешающая способность 1000 - 2000 мм⁻¹. Принцип их работы состоит в том, что при поглощении значительной части лазерных лучей, на месте максимума интерференционного поля возникает кратковременный местный нагрев, что ведёт к распаду слоя.

Для формирования изображений лазерным лучом можно применять и электрофотографический слой. Основным элементом печатающего устройства - вращающийся барабан, поверхность которого покрыта фотопроводным слоем Se - Te /скорость вращения III мм/с/. Лучи лазера модулируются видеосигналами, сканирование реализуется вращающимся зеркалом. Картины электростатического наполнения, возникающего в результате экспозиции, проявляют оттеночным материалом /цветной порошок/, затем переносят на бумагу.

Полупроводниковый лазер испускает лучи длиной волны 785 НМ; снижение потенциала на 50 % обеспечивается экспозицией I - I,2 мкДж/см². Разрешающая способность равна 300 мм⁻¹.

Свойства характерных представителей фотоматериалов, пригодных для формирования изображения, сведены в таблицу 8. Список литературы, используемой в данной главе /22,23,24,25,26,27/

Таблица 8. Свойства материалов, чувствительных к лазерному облучению.

Материал	Экспозиция мкДж/ см ²	Тип лазера	Оптическая плотность		Время эксп. с	Спектр. чувств. НМ	Разреш. способ. мм ⁻¹
			D max	D мин			
I. Лазер- фотонабор- ная плён- ка AGFA	3,5	He-Ne	2,2 ^I	0,10	10 ⁻⁷	632,8	160

Материал	Экспозиция мкДж/ см ²	Тип лазера	Оптическая плотность		Время экспозиции с	Спектр. чувствительность нм	Разрешающая способность мм ⁻¹
			max	min			
2. AGFA Litex	3,5	He-Ne	2,2 ^{/1}	0,13	10 ⁻⁷	600-660	160
3. Техническая плёнка ORWO FP-6	3,5	"	2,2 ^{/1}	0,10	"	600-660	
4. Микроплёнка FUJI HR	2,0	"	0,5 ^{/1}	0,05	"	600-660	300
5. Mikrat 300 /CBE-MA/	0,25	"	2,4 ^{/2}	>0,20	10 ⁻³		140
	0,125	"	2,3 ^{/1}	>0,20	10 ⁻⁷		
6. Лазер-фотонаборная плёнка FORTE	5	"	2,2 ^{/1}	0,10	10 ⁻⁷	632,8	160
7. Микропринт FORTE	130	"	2,2 ^{/1}	0,10	10 ⁻⁷	632,8	200
8. AGFA Holotest IOE75	3	"	3,7 ^{/2}	0,10	"	632,8	2000
9. Голографическая плёнка KODAK	20-40	"				632,8	2000
10. Визиккулярная плёнка	5000	He-Cd	1,5	0,10		320-480	200
11. Диазомикроплёнка		Ar				390-410	1000
12. FUJI LDF /Laser Direct Recording Film	80	"	2,0	0,20	10 ⁻²	515	

Примечание: 1. Микроплотность линии толщиной 25 микрон
2. Плотность пятна диаметром 1 см.

4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НОСИТЕЛЯМ ИНФОРМАЦИИ

4.1. Чувствительность к лазерному облучению

Чувствительность фотоматериала к лазерному облучению определяется мощностью, ожидаемой от оборудования. Согласно этому необходим такой светочувствительный слой, чтобы он обеспечивал оптическую плотность 3,0 D при времени экспозиции 10^{-6} с и энергии экспозиции максимум 500 мкДж/см^2 .

Среди этих характеристик наиболее критическая - очень малое время экспозиции, так как любой фотоматериал имеет более или менее заметную погрешность взаимности. Это означает, что освещённость, поступающая на фотоматериал, $H = I \times t$, может быть постоянной, но результаты экспозиции будут различны, если значения сомножителей будут изменяться /в обратной пропорции/. При слишком малом или слишком долгом времени экспозиции это влечёт за собой снижение оптической плотности. Таким образом, на некотором фотоматериале при обычном времени экспозиции $10^{-3} - 10^{-1}$ с мы получим достаточную степень черноты, но даже при постоянном H в случае времени экспозиции 10^{-6} с совсем не очевидно, что мы достигнем такой же оптической плотности.

Для преодоления этого недостатка в светочувствительную эмульсию вносят специальные добавки. Они препятствуют лавинообразной рекомбинации фотоэлектронов и фотодыр под воздействием освещения высокой энергии, удерживая дыры.

4.2. Контрастность

Несмотря на то, что в данной области применения в светочувствительном слое могут быть только "чёрные" и "белые" регионы, нет необходимости в высокой контраст-

ности; достаточно лишь её минимально необходимое значение. Это связано с тем, что при достаточно большой разности плотности "чёрной" и "белой" частей, например, $\Delta D = 3,0$, градация фотоматериала играет роль только в том, чтобы под действием рассеянного света не происходило экспонирования мест, не освещённых первоначально. Фотоматериал тем более контрастен, чем больше разности в оптической плотности приходится на малую разницу в освещённости /так как по определению контрастность $G = \Delta D / \Delta \log H$ /, т.е. чем более однородны по своей чувствительности серебряно-галогенные кристаллы фотоматериала. Другими словами, на освещённость, заметно меньшую той, что необходима для создания разницы плотности $\Delta D = 3,0$ /т.е. на рассеянный свет/ фотоматериалах уже не реагирует. Поэтому, если плотность, вызванная рассеянным светом, может быть максимум 0,10, то при 10 % рассеивания $G > 3,0$, при 5 % рассеяния $G > 2,3$, а при 3 % рассеяния достаточно уже $G > 1,97$, если во всех случаях ΔD равно 3,0.

Из сказанного следует, что в случае лазерного облучения рассеяния света в фотоматериале играет особо важную роль.

4.3. Рассеяние света

Рассеяние света портит отношение сигнал/шум, т.е. означает потери информации. Оно зависит от размера частиц - носителей светочувствительности, от разницы показателей преломления слоя - носителя и светочувствительного слоя, от толщины слоёв и степени противоореальности. Если даже частицы имеют молекулярный размер и не рассеивают свет, как например диазоматериалы, то остальные факторы и в этом случае имеют значение.

Рассеяние света уменьшается с уменьшением размера частиц. Одновременно увеличивается разрешающая способность и улучшается коэффициент передачи.

Для данных целей, когда экспонирование производится лучом лазера с диаметром пятна 5 микрон, необходима разрешающая способность по крайней мере 200 мм^{-1} . Из-за факторов помех, однако, целесообразно выбрать фотоматериал с разрешающей способностью 300 мм^{-1} .

Фотоматериал должен иметь на обратной стороне слоя-носителя и противоореольное покрытие.

4.4. Физические свойства

Среди физических свойств слоёв следует учесть качество носителя, механические свойства светочувствительного слоя, размеры фотоматериала и условия его обработки, а также обеспечиваемый срок хранения изображения.

Слой носитель фотоматериала должен обладать соответствующей разрывной плотностью и стабильностью размеров. Это обеспечивается применением полиэтилен-терафталата /полиэстера/.

Светочувствительный слой также должен быть достаточно прочным, чтобы во время обработки и проявления его поверхность не подвергалась повреждениям. Это особенно относится к серебряно-галогенидным фотоматериалам, содержащим желатин. Они должны быть достаточно дублёнными для того, чтобы этот слой в щелочном проявляющем растворе впитывал минимальное количество воды. Только в этом случае гарантировано, что проявленный слой высохнет за требуемое время в проявляющем оборудовании. С другой стороны, сильная выдубленность из-за снижения покрывающей способности ведёт к потерям оптической плотности, поэтому установка оптимальных характеристик данного слоя требует большой тщательности.

Размеры фотоматериала предписаны стандартами, например, DIN 19054 /1981/. Система COM применяет два типа форматов:

16 мм кассету и пластины 105 x 148 мм, т.н. микрофиши. Все заводы по производству фотоматериалов могут выпускать материалы с такими размерами.

Обстоятельства проявления фотоматериала заслуживают внимания с двух точек зрения. С одной стороны, нужно обеспечить стабильное качество изображения, с другой - высокую производительность труда. Оба условия выполняются путём механизированного проявления. На международном рынке имеются устройства для проявления как кассет, так и пластин. Для серебряно-галогенидных микрофиш наиболее подходящими представляются устройства, обработки рентгеновских плёнок, обеспечивающие время полной обработки 90 сек. Для плёнок на несеребряной основе имеется специальное оборудование для каждого данного материала.

Срок хранения зависит от стабильности фотографического материала. Серебряное изображение на серебряно-галогенидных материалах достаточно стабильно, срок хранения превышает 100 лет, если после проявления в материале не осталось тиосульфата. Выбудлённость слоя обеспечивает нужную тепловую стабильность, но подвергать материал длительному воздействию тепла выше 90 - 100°C нецелесообразно. Условия правильного хранения изображений на серебряно-галогенидных материалах описаны в международных предложениях по стандартам / ISO 5466 и 6051 за 1980 г./.

Среди материалов на несеребряной основе требованиям по хранению изображения наилучшим образом удовлетворяют везикулярные материалы.

Список литературы, использованной в данной главе: /28,29,30/

5. СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ И ПРИВЕДЕНИЕ В ДВИЖЕНИЕ

5.1. Способ отображения

Способы отображения документов на микрофише можно сгруппировать по следующим признакам:

- Традиционный фототехнический способ. Документ, подлежащий отображению, находится на бумаге или на другом аналогичном материале /калька/. Документы перефотографируются на микрофишу полуавтоматическим способом "step and repeat", с соответствующим масштабом уменьшения. В ходе применения данного способа выбор документов, их крепление обычно производится вручную с помощью вакуума. Уменьшение, фокусировка и продвижение микрофиши происходит автоматически.

Для данного способа характерно:

- документы должны быть на самом деле изготовлены, т.е. необходимо их начертить;
- полная автоматизация процесса дорогостояща.

- Способ, возникший в результате развития вычислительной техники. Документ, подлежащий отображению, хранится в памяти вычислительной машины. Отображение на микрофишу осуществляется или непосредственно из памяти вычислительной машины, или с электронно-лучевой трубки. Процесс отображения по существу может происходить тремя путями:

- .. Фототехническим способом с электронно-лучевой трубки.

Для данного способа характерно:

- масштаб уменьшения ограничивает разрешающая способность трубки;
- предназначен не для отображения настоящих технических чертежей.

- Векторный способ. Документ, подлежащий отображению, хранится в памяти вычислительной машины в векторной форме. Отображение на микрофишу в этом случае, может производиться электронным лучом на специальный материал, или лазерным светом через отклоняющую систему.

Для данного способа характерно:

- хранение данных в векторной форме "плотное", поэтому требуется сравнительно небольшое движение данных и маленький объём памяти;
- создать лучевой пучок с изменяющимся диаметром, необходимым для отображения линий разной толщины, весьма сложно и дорого;
- отображение символов и букв затруднительно, так как каждый элементарный отрезок, образующий данный отрезок, образующий данный символ, необходимо задавать в векторной форме или для символов следует применять отдельный проекционный диск с револьверной головкой.

- Растровый способ. Документ, подлежащий отображению, хранится в памяти вычислительной машины в растровой форме. Отображение на микрофишу может осуществляться свето- или лазерными диодами, или модулированным лазерным светом.

Для данного способа характерно:

- хранение данных в растровой форме требует большого количества информации;
- для хранения и передачи информации её целесообразно "уплотнить", после чего появляется необходимость и в обратном преобразовании /сжатие и разжатие/;
- возможно черчение знака произвольной формы.

5.2. Способ приведение в движение

Для достаточно быстрого воспроизведения отображения как при векторном, так и при растровом способе необходимо луч и микрофишу привести в движение.

Для приведения в движение луча имеется четыре возможности: колеблющееся зеркало, вращающееся зеркало, отражатель /дефлектор/ и механическое движение проекционной оптической системы.

Решение проблемы путём колеблющегося и вращающегося зеркал требует применения сложной и сверхчувствительной точномеханической системы, для компенсации погрешностей, возникающих в отклоняющей системе и действующих на пучок луча, необходима линза $f - \theta$ или использование сложной микрофишной ложи. При этом такая система чувствительна к вибрации окружающей среды, в ней затруднительно соблюдать точное поддержание и измерение позиций, для обеспечения безыскажённого отображения допуск граней, вращающегося зеркала, должен оставаться в строгих пределах.

Дефлекторная система допускает отклонение всего на несколько градусов, поэтому в ней может иметь место комбинация с движением микрофиши.

Приведение в механическое движение проекционной оптической системы обеспечивают обычные средства привода /шаговые-линейные двигатели постоянного тока/ через традиционные механические трансмиссионные детали.

Приведение микрофиши в движение может осуществляться двумя путями: трансляционным столиком, движущимся по направлениям X, Y или вдоль одной оси координат в плоскости, или же вращающимся барабаном. Сложность механического движения - не считая решения с вращающимся барабаном - заключается в ускорении механических масс. Такая сложность имеет место и при движении микрофиши, и при движении оптической системы.

Указанную трудность можно преодолеть путём закрепления микрофиши на барабан, чем возвратно-поступательное движение можно заменить равномерным вращательным движением. Проекционная оптическая система движется вдоль образующей барабана последовательно, её приводит в движение шаговый двигатель с желаемой точностью. Такое решение приводит к чётко разделённым видам движения, которые в свою очередь не ограничивают скорость. Не последний фактор имеет и то, что необходимая точность механических деталей /барабан, шариковый шпиндель, и т.д./ во время изготовления и монтажа может быть учтена и обеспечена.

5.3. Лазерный плоттер LG - 1

Лазерный плоттер LG - 1, оборудование, разработанное в МТА SZTAKI. Общее описание оборудования считаем необходимым потому, что его принципиальное и конструктивное построение, работа и параметры - после соответствующих изменений - могут служить моделью для оборудования, изготавливающего микрофиши. /Рис. 6./

Задачей лазерного плоттера LG - 1 является отображение и запись графической и текстовой информации, созданной средствами вычислительной техники, на светочувствительный материал в растровой форме. Даёт возможность быстрого изготовления крупномасштабных рисунков с высокой точностью. Главные области применения: изготовление плёнок печатных электрических плат и маск интегральных схем, изготовление чертежей механики и архитектуры, установка *hard-сору* в системах CAD, картография, полиграфическая промышленность.

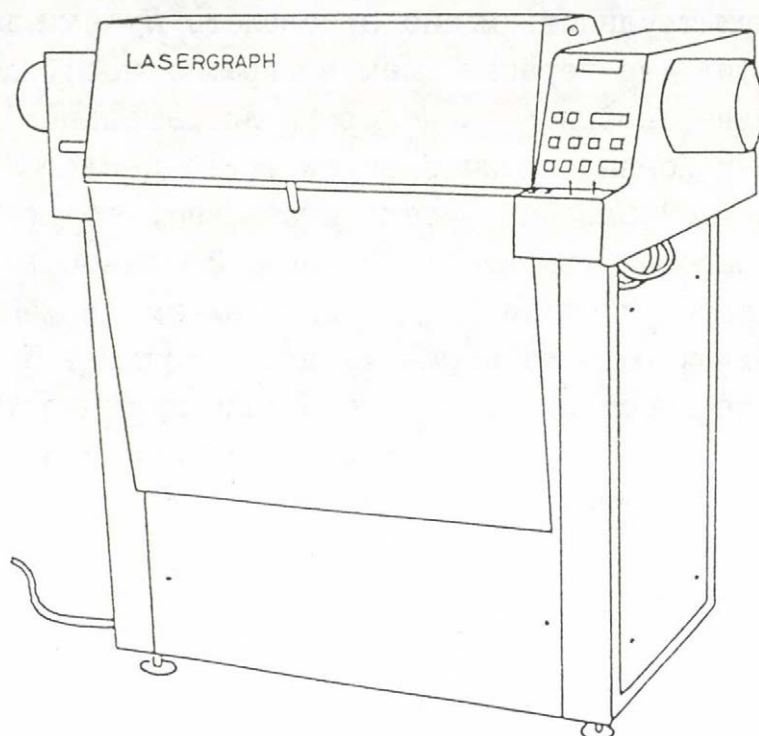


Рис. 6.
Лазерный плоттер LG-1
Спецификация оборудования

Размер плёнки:	600мм x 500мм
Максимальная рабочая поверхность:	537,6мм x 480мм
Разрешающая способность:	25 мкм
Скорость черчения:	24 м/сек
Время черчения по всей поверхности:	8 мин
Точность:	максимальное отклонение от номинальной величины внутри окружности радиусом 150мм, проведённой из опорной точки, при данной температуре окружающей среды

Точность /мкм/	Температура /20°C/
± 50	± 2
± 100	± 4

Предлагаемая плёнка: DUPONT CCP-4 CRONAR

Стабильность размера плёнки:

Температурный коэффициент в процентах / °C		Относительная влажность в процентах / % Rh	
Перед прояв- лением	После про- явлении	Перед про- явлением	После про- явлении
0,0025	0,0025	0,0017	0,0014

Источник лазера:

Гелий-неоновый лазер

Световая мощность лазера:

5 мВт

Потребляемая мощность:

900 ВА

Напряжение сети:

220 В \pm 10%

Форма входных данных:

растр кодированный в уплот-
нённой форме

Внешнее устройство:

Блок магнитной ленты
IZOT 5003

Способ действия:

OFF LINE
ON LINE

Рабочие режимы:

Черчение / PLOT /
Контрольный рисунок
/ PATTERN/
Самотест / SELFTEST/
Ручное управление

Создаваемые рисунки:

Позитив с правильным изоб-
ражением
Негатив с правильным изоб-
ражением
Позитив с обратным изоб-
ражением
Негатив с обратным изоб-
ражением

Общие размеры оборудования:

130 см x 80 см x 120 см

Оборудование работает по следующему принципу. Лазерный луч, исходящий из источника, через оптическую систему попадает в акусто-оптический модулятор. Акусто-оптический модулятор расколет, поступающий лазерный луч, на 8 независимых друг от друга пучков, которые можно модулировать. 8 лучей, выходящих из модулятора, проходят через очередную оптическую систему и попадают на светочувствительный материал. Светочувствительный материал - гибкая плоская плёнка или бумага - закреплён на вращающемся барабане. На валу вращающегося барабана размещён и оптоэлектронный кодовый датчик высокой точности, обеспечивающий разрешение по направлению вращения.

Последним элементом оптической системы является фокусирующая оптика, закреплённая на подвижной тележке. Тележка движется вдоль образующей барабана, параллельно. Пока часть вращающегося барабана, покрытая плёнкой, один раз проходит перед фокусирующей оптикой, тележка стоит и через оптическую систему 8 параллельных лучей просканируют одну полосу на плёнке, соответственно рисунку, подлежащему отображению. Когда перед оптикой проходит свободная часть образующей барабана, тележка, оснащённая оптической системой, занимает следующую позицию, соответствующую очередной полосе. Такой процесс шагового черчения будет циклически повторяться до полного засвечивания плёнки. /Рис. 7./

Входные данные для оборудования LG - 1 могут быть введены с магнитной ленты или непосредственно с вычислительной машины. Информация содержит растровые коды отображения в уплотнённой форме.

Оборудование LG-1 состоит из четырёх главных блоков: из источника луча с примыкающей оптической системой; из механических деталей движения, хранения и крепления; из электрических приводов, создающих различные виды движения; и из электронного блока обработки информации.

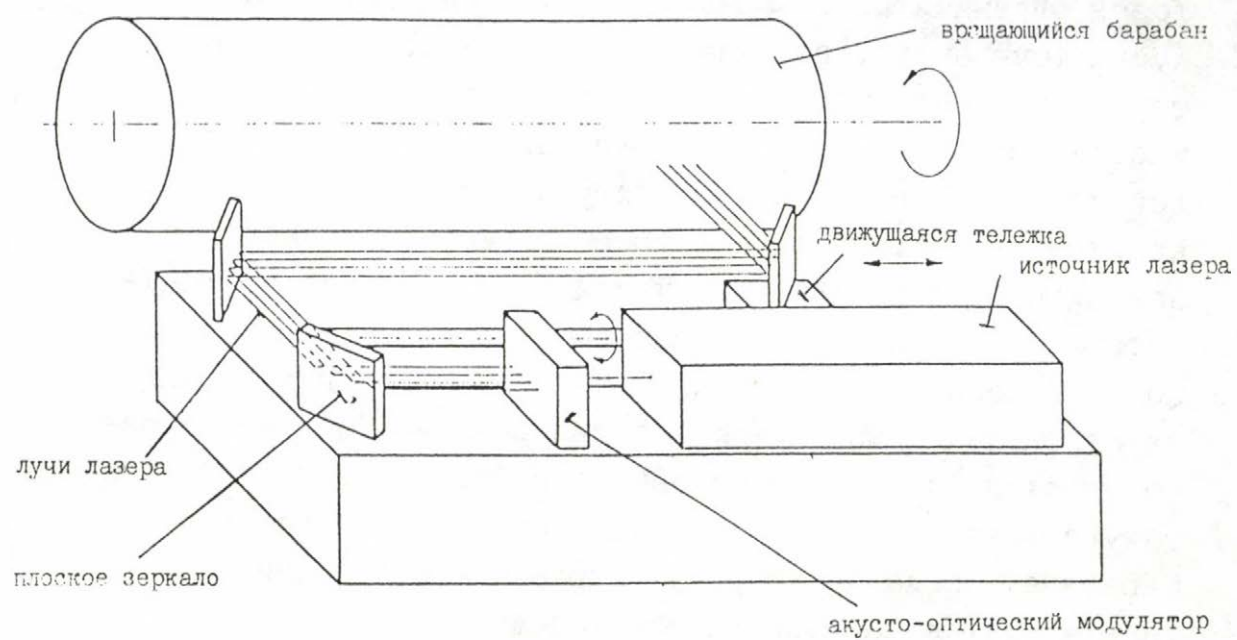


Рис. 7.
Упрощенная схема пути луча

Оптическая система.

Источник луча и оптическая система размещены на столике из литого алюминия. Источником луча служит лазер He-Ne со световой мощностью 5 мВт. Пучок луча, исходящий из лазерной пушки, проходит через световой ограничитель, через механический фотозатвор и фокусирующую оптику поступает в акусто-оптический модулятор. Акусто-оптический модулятор работает с 8-ю радиочастотными осцилляторами с цифровым управлением. Под действием его пучок луча, поступающий в модулятор, расколится на 8 лучей с диаметром 25 мкм, управляемых независимо друг от друга. Пучки луча, выходящие из модулятора, через линзу-коллиматор попадают на зеркало, которое поворачивает их на 90° . С помощью двух зеркал их направление изменится ещё два раза на 90° , после чего, проходя через проекционную оптику, поступают на светочувствительный материал, закрепленный на вращающемся барабане. Последнее зеркало отражения и проекционная оптика крепятся надвигающейся тележке.

Механика состоит из трёх главных частей.

Столик для размещения движущихся частей и оптической системы. На нём размещены оптическая система, вращающийся барабан с кодовым датчиком, движущаяся тележка с прижимающими механическими деталями и двигателем, а также различные приводящие рычаги и переключатели. Столик механически стабилен, что обеспечивает создание рисунков точных размеров. Регулировка оптических деталей проста и удобна. Точное перемещение тележки обеспечивают шаговые двигатели через шариковые шпиндели и два направляющих стержня

Щит для электронных частей.

В шкафообразном щите под столиком размещена электронная часть оборудования. Здесь находятся блок питания оборудования /в отдельной коробке блок питания лазера/,

вентиляторный блок для охлаждения, радиочастотный блок и в откидной части - электронный блок управления. На стенке щита монтированы разъёмы для внешних соединений.

Кассета для заряда при дневном свете и конструкция для крепежа плёнки.

Щит изготовлен так, чтобы в него можно было поставить кассету, заправленную плёнкой в темноте. Край фотоматериала высунут из кассеты примерно на 10 мм. Зацепить этот конец пинцетами, монтированными на вращающемся барабане, управляя ими с помощью внешних ручек и проведя через сглаживающие ролики с внешними ручками, фотоматериал может быть закреплён на барабане или убран в кассету.

Электрический привод.

Вращающийся барабан с фоточувствительным материалом приводит в движение двигатель постоянного тока со скоростью 300 об/мин. На общем валу двигателя и вращающегося барабана монтирован опто-электронный кодовый датчик высокой точности. Основное деление кодового датчика равно 1296, что увеличивается оптическим путём в 5 раз, а электронным путём ещё в 4 раза. Данный кодовый датчик обеспечивает растровую сетку размером 25 мкм по направлению вращения. Периметр вращающихся барабанов равен 648 мм, а длина образующей - 515 мм.

Растровую сетку по образующей, размер которой тоже равен 25 мкм, обеспечивает приводная система тележки на которой крепится проектирующая оптика. Движение тележки осуществляется с помощью шагового двигателя 200 шагов. Трансмиссию между шаговым двигателем и тележкой обеспечивает шариковый шпиндель с подъёмом резьбы 5 мм. Так как черчение происходит одновременно 8-ю лучами диаметром 25 мкм каждый, то шаговый двигатель после

прохода одного скана перескочит на 0,2 мм, т.е. делает 8 шагов.

Главные блоки электронной части:

электронные цепи обработки информации, электронный блок управления с цепями управления двигателями, радиочастотный осциллятор, блок питания оборудования и отдельный блок питания лазера.

Задачей электронных цепей обработки информации является обеспечение обмена о обработке информации. Сюда относятся интерфейс, буферная и рабочая память, обеспечивающая внутреннее хранение информации, автономные электрические цепи для выполнения отдельных целевых задач, а также микропроцессор типа Z - 80 со вспомогательными цепями.

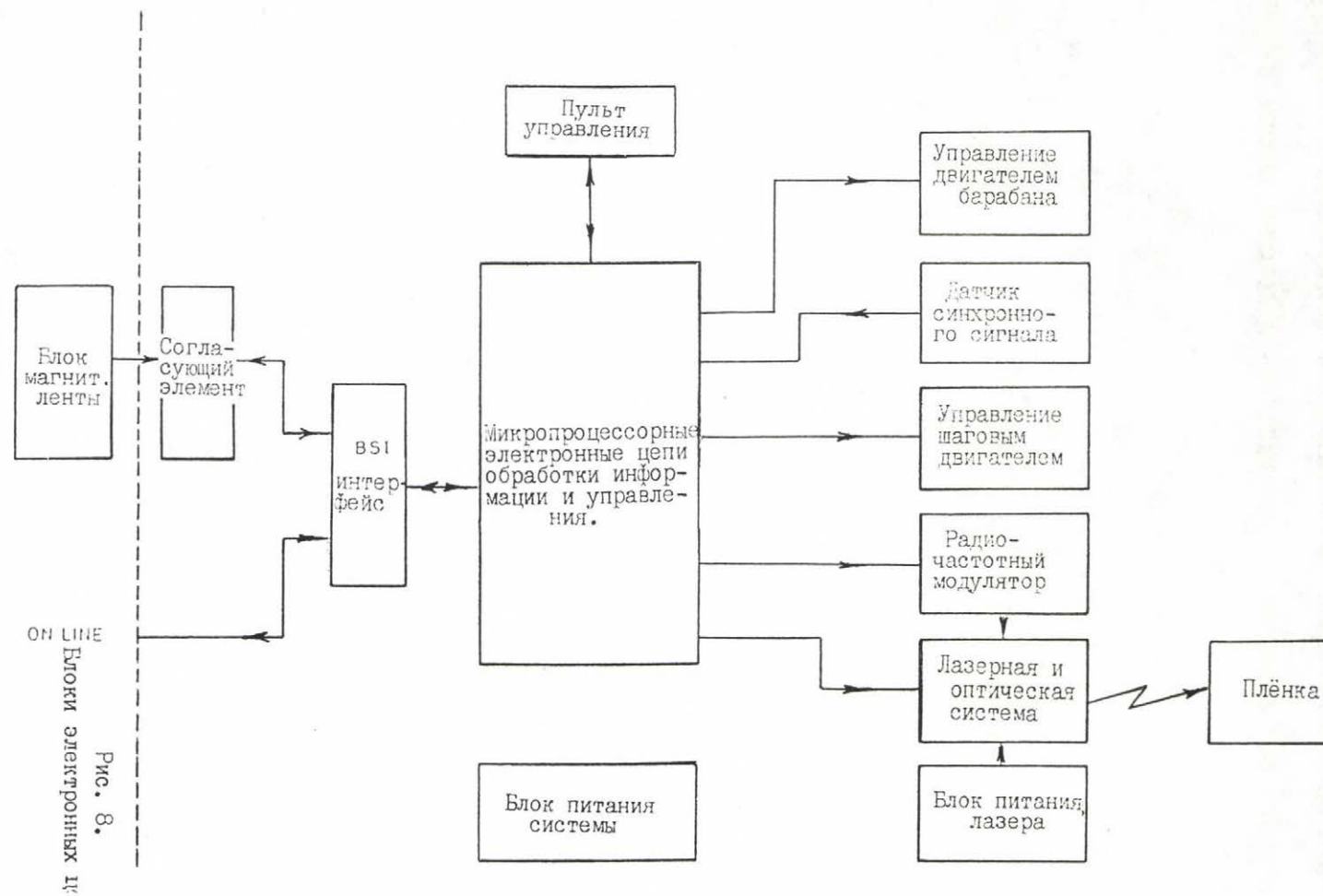
Задачей электронного блока управления является управление работой двигателей на основе данных, полученных от цепей обработки информации, обеспечивает необходимую электрическую мощность для двигателей, а также контролирует главные параметры в ходе черчения. В электронном блоке управления встроен микропроцессор типа Z -80 с вспомогательными цепями и цепи управления работой двигателей. Электронные цепи обработки информации и управления монтированы в откидной части щита.

Задачей радиочастотного блока является создание частот для отклонения и модуляции лазерных лучей. Цифровой управляющий сигнал, определяющий изображение в цифровом виде, поступает на управляющие входы осциллятора. В радиочастотном блоке находятся 2х4 шт. осцилляторов различных частот, два смесителя и два каскада выходной мощности. Радиочастотный блок размещён в отдельной экранированной коробке.

Задачей электронных цепей кодового датчика является усиление в 4 раза сигнала, созданного оптической частью кодового датчика. Электронные цепи кодового датчика на

специальной печатной панели и образуют три усилителя, схему сравнения /компаратор/ и фазовый делитель.

На рисунке 8. изображена электронная часть оборудования. [31]



6. НЕКОТОРЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ

С точки зрения системного проекта основополагающее значение имеют несколько базовых параметров, как например, необходимая мощность лазера, требуемая от фотоматериала пороговая чувствительность и глубина резкости. В связи с глубиной резкости следует учесть и возможности измерения расфокусировки.

6.1. Дозиметрические требования

В любом варианте решения задачи является надлежащее экспонирование поверхности площадью $A = 150 \text{ см}^2$. Светом лазера с такой удельной энергией, чтобы плотность микрофиши - если сам фотоматериал позволяет это - была по крайней мере $D = 3$. Верхняя граница времени экспозиции $T = 1$ час. Поскольку перемещение экспонирующего луча лазера или же микрофиши требует значительного времени, мы можем принять его во внимание с фактором $k < 1$, так что действительное время записи будет $t_r = kT$. На практике реализуемым представляется интервал $k = 0,2 - 0,6$.

Обозначим через S_k удельную пороговую энергию $[\text{мкДж/см}^2]$, соответствующую началу плато кривой чувствительности фотоматериала; пусть P_r будет обозначать полную мощность света, заключённую в пятне лазера, падающую на микрофишу. Коэффициент полезного действия оптической системы η указывает, какая доля выходной мощности лазера P_0 идёт на экспонирование. Значение η сильно зависит от исполнения модуляционной системы /одно или многолучевая/. Для однолучевой системы $\eta \approx 0,3$, а для многолучевой системы $\eta = 0,03 - 0,05$. Плотность $D = 3$ на микрофише достигается при выполнении условия

$$P_0 \cdot \eta kT \geq AS$$

Основное ограничение мощности P_0 определяется типом лазера, что связано с конкурентоспособностью. Имеется два хорошо зарекомендовавших себя типа лазеров.

Для гелий-неонового лазера OEM $P_0 \geq 5$ мВт, а для аргонного лазера с воздушным охлаждением $P_0 \geq 20$ мВт.

Из вышеуказанного выражения получаем требуемую пороговую чувствительность фотоматериала:

$$S_k = \frac{P_0 \eta k T}{A}$$

Ниже, в таблице 10 указана требуемая пороговая чувствительность фотоматериала при $T = 3600$ с, $k = 0,3$, $\eta = 0,03$ /многолучевой вариант/, а также $\eta = 0,3$ /однолучевой вариант/ для гелий-неонового и аргонного ионного лазера.

Таблица 10. Требуемая пороговая чувствительность фотоматериала.

Тип лазера	Модуляционная система	
	Однолучевая	Многолучевая
He-Ne	10 мДж/см ²	1 мДж/см ²
Ar-ion	40 мДж/см ²	4 мДж/см ²

Данные таблицы свидетельствуют о довольно большой требуемой пороговой чувствительности. Однако надо подчеркнуть, что в ходе использования лазеров исходная мощность постепенно снижается, поэтому при проектировании можно брать во внимание только половину указанных в таблице данных.

6.2. Анализ глубины резкости

Лучи, выходящие из одно- или многолучевого модулятора,

фокусируются специальной оптикой на плоскость светочувствительного материала микрофиши.

С применением оптических элементов соответствующего качества /искажение фронта волны менее $\lambda/8$!/, распределение интенсивности в сечении лазерного пятна, созданного фокусирующей оптикой, почти не отличается от распределения интенсивности в сечении входного лазерного луча, т.е. остаётся гауссовым. Для анализа луча с гауссовым распределением рассмотрим рис. 9.

Луч Гаусса можно задать с помощью радиуса основания луча w_0 и длины волны λ . Тогда луч имеет радиус z

$$w^2 / z = w_0^2 + \theta_0^2 z^2$$

где

$$\theta_0 = \frac{\lambda}{\pi w_0^2}$$

Значение θ_0 равно половине угла раствора луча, замеренного в бесконечно удалённой точке. Угол раствора и диаметр луча измерены между точками с интенсивностью I/e^2 .

На фиксированном расстоянии z угол касательной к кожуху

$$\theta / z = \frac{w_0 z}{f_F \sqrt{z^2 + f_F^2}}$$

где f_F - "фокус Френеля" луча

$$f_F = \frac{\pi w_0^2}{\lambda} = \frac{w_0}{\theta_0}$$

Тогда

$$\theta / z = \frac{\theta_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_F}{z}\right)^2}}$$

а радиус луча, в функции расстояния от основания,

$$w / z = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{f_F}\right)^2}$$

Если у основания луча /где $z = 0$ / в точке $X = Y = 0$ интенсивность света

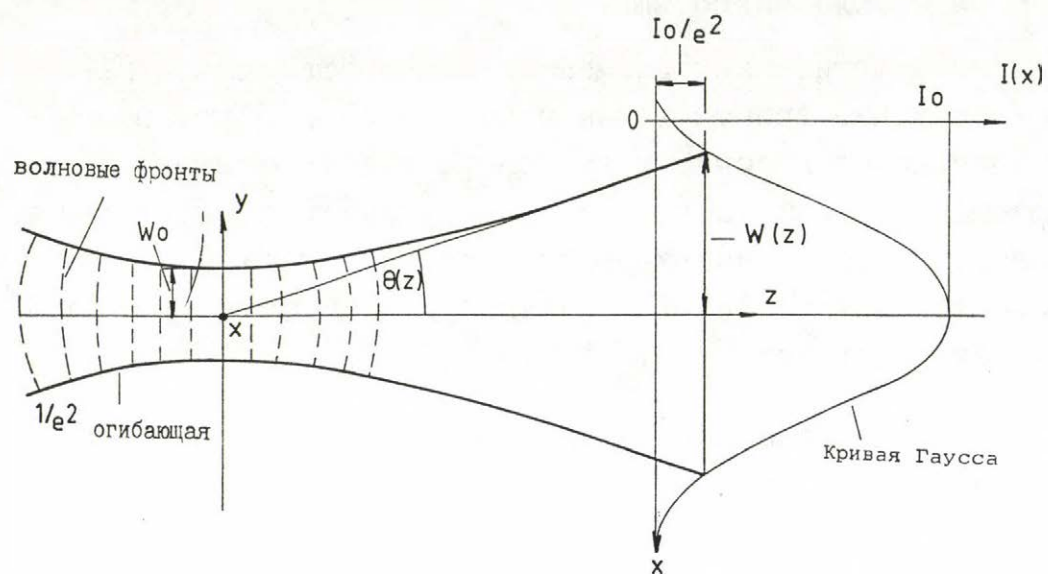


Рис. 9

Геометрические характеристики луча с гауссовым распределением

$$I_0/z = 0/ \equiv I_0,$$

то распределение интенсивности в поперечном сечении у основания луча

$$I/x,y/ = I_0 \cdot \exp \left[- \frac{2/x^2 + y^2/}{w_0^2} \right]$$

а на расстоянии Z от основания луча

$$I/x,y,z/ = I_0 \left(\frac{w_0}{w/z/} \right)^2 \exp \left[- \frac{2/x^2 + y^2/}{w^2/z/} \right]$$

Зная точность P луча лазера, можно установить зависимость между I_0 и P :

$$P = \iint_{-\infty}^{+\infty} I/x,y/ \, dx dy = \frac{\pi}{2} I_0 w_0^2$$

Тогда распределение интенсивности в сечении луча с произвольным радиусом $w/z/$ будет

$$I/x,y/ = \frac{2P}{\pi w^2/z/} \exp \left[- \frac{2/x^2 + y^2/}{w^2/z/} \right]$$

Для определения глубины резкости следует исходить из выражения для $w = w/z/$. Здесь значение w_0 определяется диаметром лазерного пятна, "наложенного" на сетку с шагом раstra $d_r = 2,5$ микрон. В системе с частым перекрытием пятна диаметр пятна, относящийся к точкам с относительной интенсивностью 50 %, выбран так, что

$$d_0/2 = d_r$$

т.е. вдвое больше шага раstra. Найдём радиус пятна I/e^2 /т.е. значение w_0 /, для которого с одной стороны,

$$I / I_0 = e^{- \frac{2x_0^2}{w_0^2}} = \frac{I}{2}$$

а с другой стороны, $x_0 = d_0 / 2 = d_r$. Результатом выполне-

ния этих двух условий является $W_0 = x_0/0,589 = d_r/0,589 = 4,2 \text{ мкм}$. Мы получим, что диаметр $/I/e^2/$ пятна лазера, накладываемого на сетку с шагом $d_r = 2,5 \text{ мм}$, равен $2W_0 = 8,4 \text{ мм}$, а его половина $d_0 = 5 \text{ мм}$. Получается, что фокус Френеля такого лазерного луча будет равен $f_F = 87,5 \text{ мкм}$

Если пятна перекрываются у половинных значений, то $d_r = 2x_0$ и $x_0 = 1,25 \text{ мм}$. Тогда диаметр $/I/e^2/$ пятна лазера $2W_0 = 4,24 \text{ мм}$ и фокус Френеля $f_F = 22,3 \text{ мм}$.

Из выражения $W = W/Z/$ можно вычислить процентное увеличение диаметра пятна лазера в функции расфокусировки Δ , т.е. количество

$$[d(\Delta)/d(0) - 1] \times 100$$

где $d = 2W/Z/$ Эта зависимость показана на рис. 10, а именно в случаях перекрытия в точках с относительной интенсивностью 50 %, а также 83 %. /См. рис. Рост диаметра пятна /в процентах/ в функции расфокусировки./

Из рисунка очевидно, что выгоднее выбрать $d_r = x_0$. В этом случае достигается фокусная глубина в несколько десятков микрон, чисто по оптическим причинам. Нужно однако учесть, что здесь кривая распределения интенсивности в сечении лазерного луча более плоская. Полный размер фигуры, составленной из нескольких лазерных пятен, из-за более плоской кривой может претерпеть изменения больше, чем в случае 50 %-го перекрытия, если интенсивность записи слегка меняется. Далее следует отметить, что кривые эти - теоретические. На практике, из-за искажений фронта волны, следует брать половинные значения расфокусировки сравнительно с теми, которые считаются с графика.

6.3. Измерение расфокусировки

Измерение расфокусировки, а именно либо тест в реальном времени готовой системы, либо генерирование ошибочного сигнала и, возможно, последующее активное регулирование

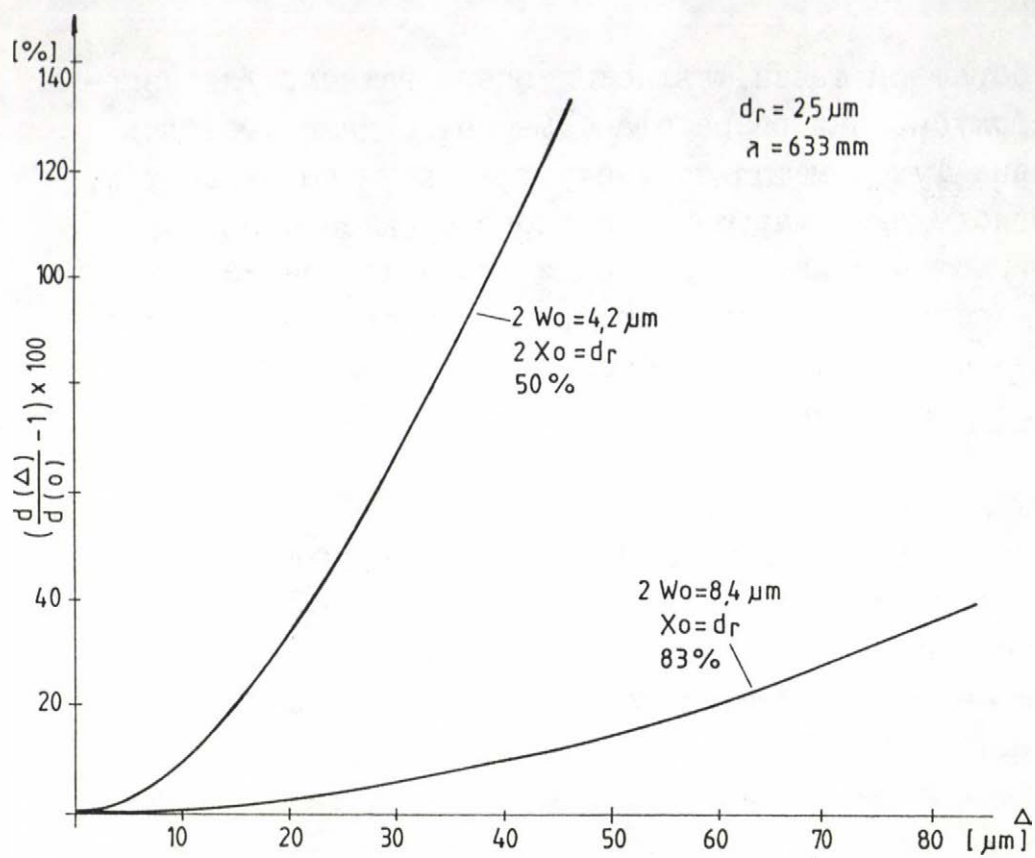


Рис. 10.

Увеличение процентного соотношения диаметра пятна в зависимости от расфокусировки.

в режиме обратной связи, является очень важным. Для измерения расфокусировки разработаны многочисленные методы: метод лезвия Фуко, метод полужакрытия входного отверстия, метод предположения нарушения полного отражения света, а также астигматический метод. Среди них наиболее изящный и надёжный - астигматический метод, обычно применяемый в проигрывателях компактных дисков / CD /. Принципиальная схема метода показана на рис. 11 и 12 . Вспомогательный источник света - источник излучения которого лежит за пределами спектральной чувствительности фотоматериала, например, в области длины волны 820 нм полупроводникового лазера. Свет вспомогательного источника фокусируется специальной оптикой в плоскость микрофильма, затем диффузно рассеянный на ней свет собирается оптикой и его связь на выходе осуществляется полупрозрачным зеркалом, В случае сдвига микрофиши форма светового пятна, расположенного в плоскости детектора квадранта, изменяется с круговой на эллиптическую и поворачивается. Направление поворота зависит от знака расфокусировки. Сигнал ошибки /или, другими словами, измерительный сигнал/ обеспечивается простой аналоговой электронной схемой /Рис. 12 /

Список литературы, использованной в данной главе /40,41,42/

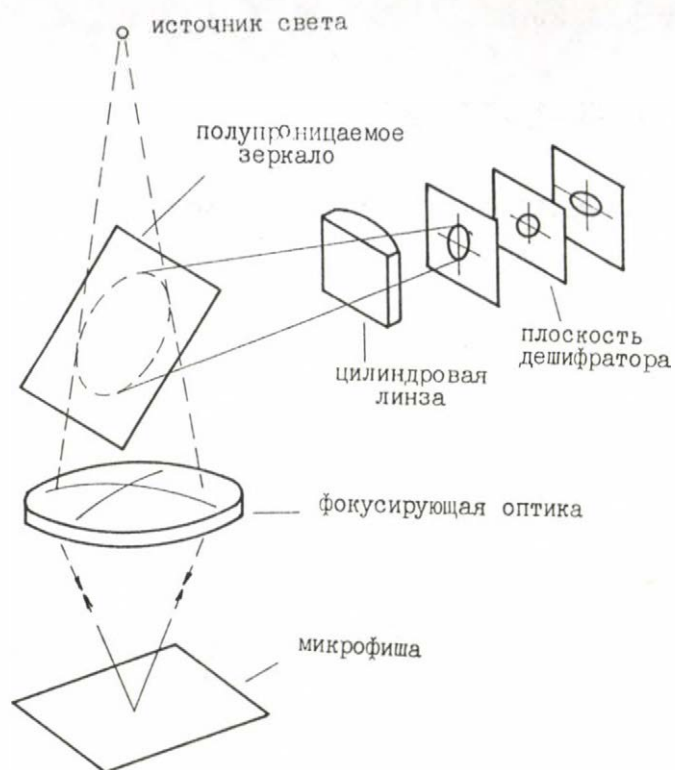


Рис. 11.

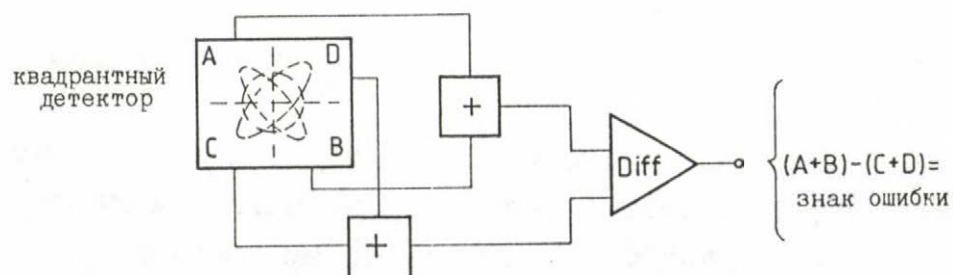


Рис. 12.

7. ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ И ИХ СРАВНЕНИЕ

7.1. Системы с плоским столом

Три варианта систем с плоским столом показаны на рис. 13, 14, 15

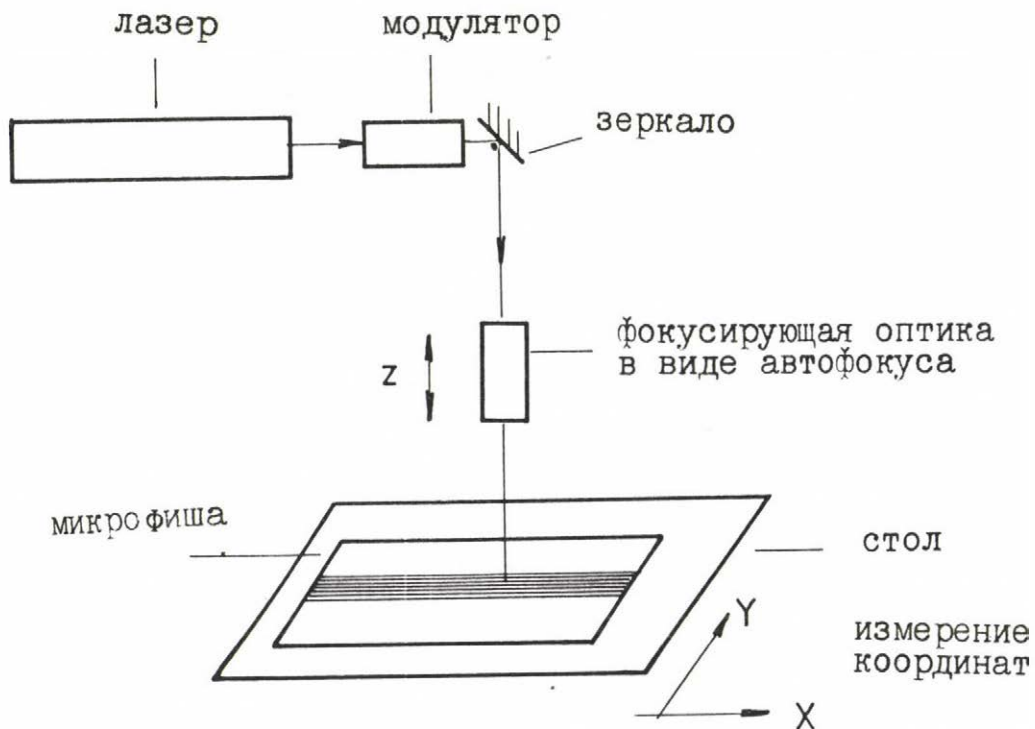


Рис. 13.

Система с плоским столом и поточечным перемещением

На рис. 18. перемещение микрофиши происходит с одной точки растра на другую. Этот вариант только принципиально реализуем, так как на микрофише 105×148 мм имеется $42000 \times 59200 = 2,486 \cdot 10^9$ точек растра и, взяв время одного прохода стола равным 5 сек, получим время полного скапирования равным 42000×5 сек = 58,3 часа, что неприемлемо.

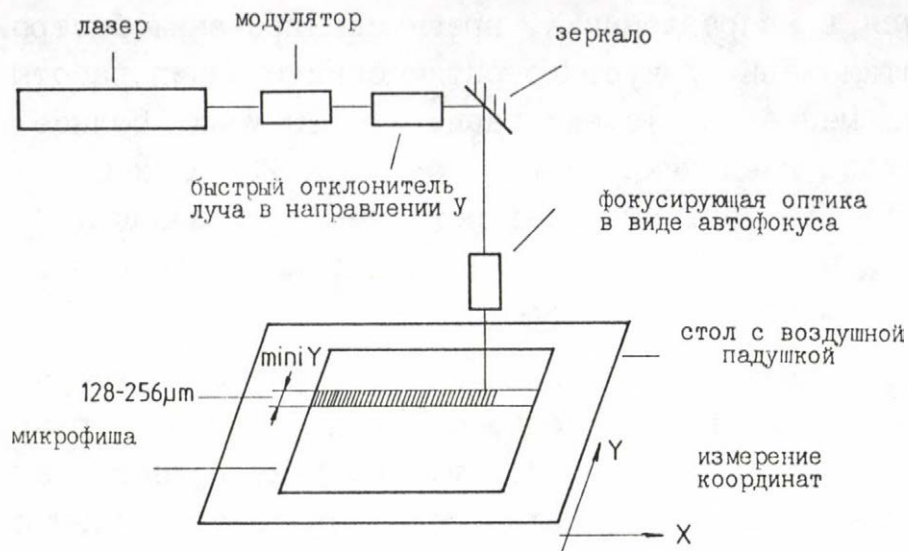


Рис. 14.

Система с плоским столом и быстрым субрастровым сканированием

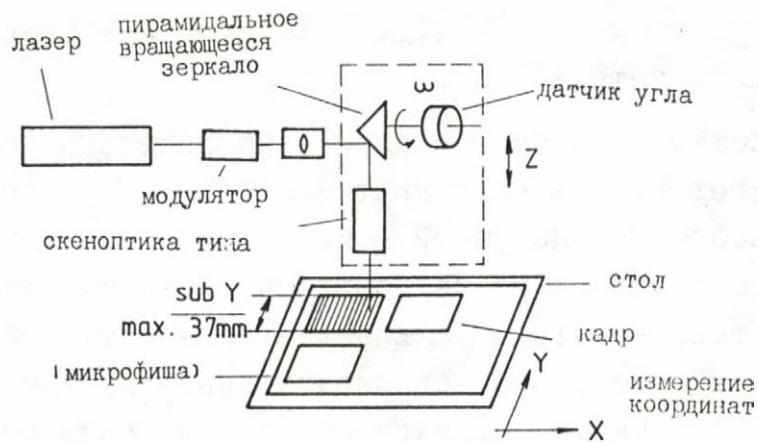


Рис. 15.

Система с плоским столом и сканированием полного кадра

На рисунке 14. изображена более скоростная система. Стол сканируется в направлении X, время сканирования быстрой системы отклонения /акустико-оптический принцип работы разрешения менее 100 точек/ равно ~ 120 мсек. Полное время прохода всей микрофиши = $105 \text{ мм} / 250 \text{ мм} \times 5 \text{ с} = 2050 \text{ с} < 1 \text{ часа}$, что отвечает исходным требованиям. Измерение координат в обоих направлениях должно производиться с разрешением по крайней мере $0,5 \text{ мм}^{-1}$.

В системе, показанной на рис. 15. строки раstra можно соединить только в пределах одного кадра, поэтому с разрешением в $0,5 \text{ мм}^{-1}$ нужно измерять только X-координату, а движение в направлении Y можно реализовать с помощью конфигурации с шаговым двигателем, имеющим шариковый шпиндель. С помощью этой системы достигается время полного прохода микрофиши 5 - 10 мин, но при этом возникают уже ограничения, налагаемые дозиметрическими факторами или стоимостью лазера большой мощности. Эта система, помимо лазера, содержит и другие дорогостоящие узлы со строгой спецификацией /оптика f - Θ , пирамидальное вращающееся зеркало, очень быстрый модулятор и т.д./. Техническая цель не обосновывает таких затрат.

Для всех систем с плоским столом дополнительные расходы вызывает изготовление координатного стола /в первых двух случаях с воздушной подушкой - из-за скорости движения стола/ со средствами измерения координат /решётка Муара или лазерный интерферометр/. Дальнейшие сложности вызывает то, что в фокусе нужно обеспечивать движение как вдоль X, и вдоль Y -координаты. Однократная регулировка стола даёт лишь временную гарантию правильной работы стола, непрерывная же эксплуатация требует системы автофокуса.

Далее следует подчеркнуть, что в тех случаях, когда решающей является геометрическая точность экспонируемого чертежа или когда носитель фотоматериала является твёрдым.

7.2. Системы с вращающимся барабаном

Системы с вращающимся барабаном применяют в тех случаях, когда носитель материала гибкий и его можно закрепить на цилиндре /или снаружи или изнутри/.

В случае закрепления микрофиши на внутренней поверхности цилиндра /рис. 16./ вращение и поступательное перемещение цилиндра реализовать довольно непросто.

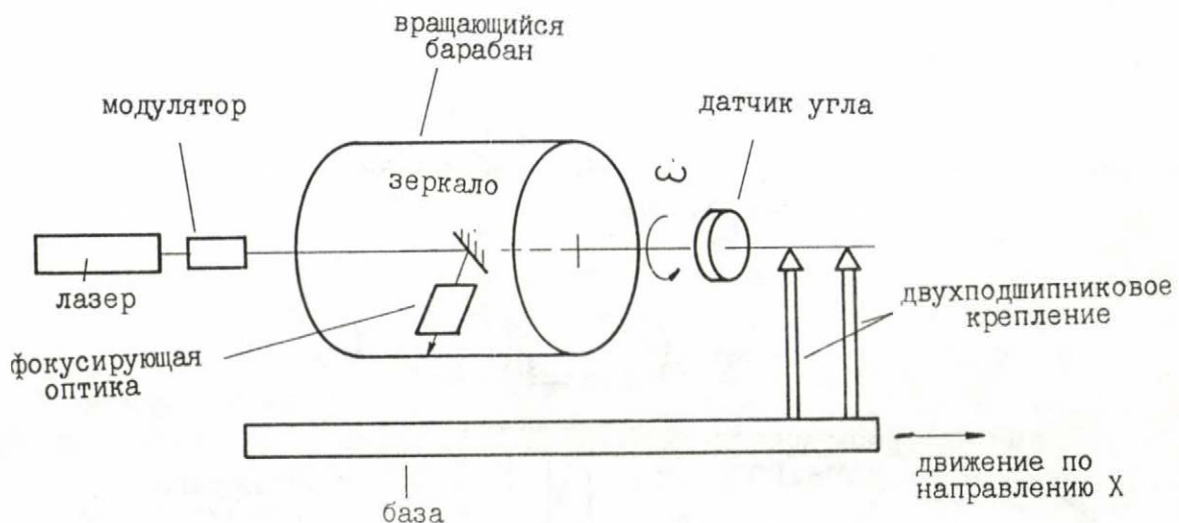


Рис. 16.

Система с вращающимся цилиндром; экспозиция на внутренней поверхности

Особые трудности представляет изготовление безударного подшипника на одном из концов оси. В случае цилиндра большого диаметра /большой размер плёнки/ экспозиция на внутренней поверхности даёт более компактную конструкцию, но ценой больших технологических и инженерных трудностей.

Система с вращающимся цилиндром и записью на внешнюю поверхность /рис. 17. / - разумный компромисс между реализуемыми техническими параметрами, проблемами технологии производства и материальными затратами. Двустороннее монтирование цилиндра в подшипники обеспечивает прецизионную обработку внешней его поверхности и, тем самым, безударный ход. Такой ход, а также параллельность направления X , движения каретки и лучей лазера оси вращения цилиндра /с учётом границ глубины резкости, см. рис. 10. / дают возможность обойтись без системы автофокуса.

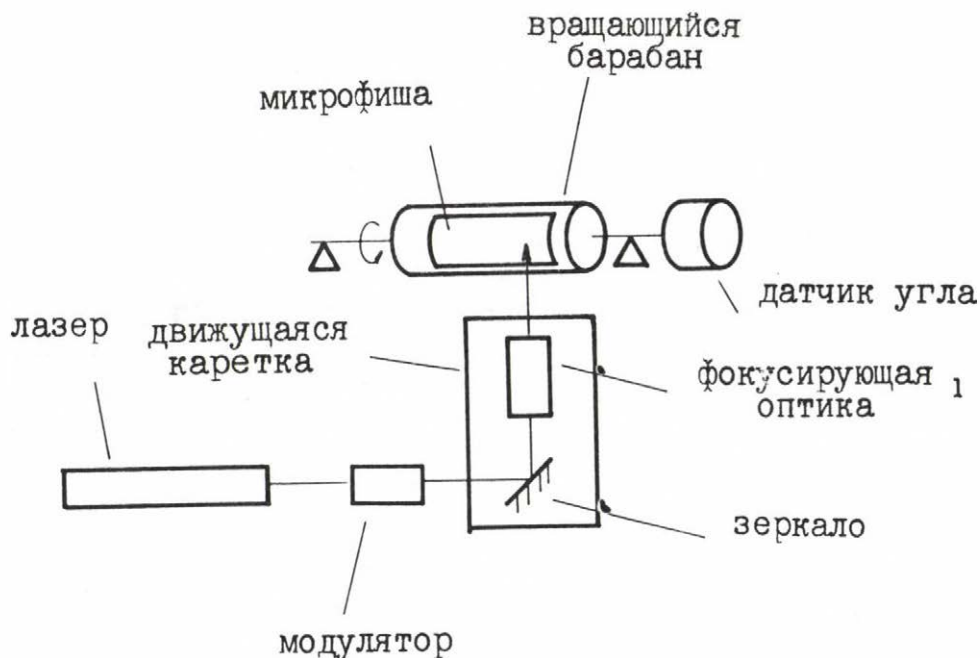


Рис. 17.

Система с вращающимся цилиндром, экспозиция на внешней поверхности

Решение этого вопроса, разумеется, возможно только на основе анализа данных технологических возможностей.

Устанавливая микрофишу её более короткой стороной в направлении оси цилиндра, получим при угловой скорости вращения $\omega = 10/\text{сек}$, время полного прохода микрофиши 4200 с. Поскольку дозиметрические ограничения допускают и более короткое время, имеются два пути: первый - ускорение вращения цилиндра и движения каретки, второй - применение двух экспонирующих лучей. С учётом технологических требований, более целесообразен второй вариант.

Список литературы, использованной в данной главе /43,44/.

8. ВЫБОР ФОТОМАТЕРИАЛОВ И СРЕДСТВ

8.1. Источник света

В качестве источника света мы предлагаем применить гелий - неоновый лазер. В его пользу можно привести несколько соображений: это наиболее дешовый из всех источников света; в большом выборе имеется на рынке; фотоматериалы, относящиеся к нему, имеют хорошие характеристики.

8.2. Фотоматериал

При выборе фотоматериала прежде всего необходимо решить, будет ли он серебряно-галогенным или же несеребряным. На основе предъявляемых фотографических требований мы однозначно выбираем серебряно-галогенидные материалы. Главная причина: при времени экспозиции 10^{-6} с несеребряные материалы не обладают требуемой чувствительностью к облучению.

Среди несеребряных материалов везикулярные или диазомикроплёнки в лучшем случае могут использоваться как материалы для дублирования, соответственно международной практике.

Среди серебряно-галогенидных материалов из-за недостаточной разрешающей способности отпадают лазерно-фотонаборные плёнки и панхроматические типографские материалы, хотя они подходили бы по своей чувствительности.

Галографические материалы имеют прекрасную разрешающую способность, но их прекрасная чувствительность делает их пригодными не для ультракороткой, а для более длительной экспозиции. При этом в обеспечиваемой ими весьма высокой разрешающей способности нет необходимости.

На основе имеющихся данных, для данной цели представляются подходящими панхроматические микроплёнки типа MIKROT

в первую очередь потому, что они уже имеют требуемую разрешающую способность /на основе данных литературы/.

При этом обследованная плёнка FUJI, при хорошей разрешающей способности, не обладает необходимой чувствительностью к лазерному облучению, т.е. не отвечает нашим целям.

Всязи с плёнкой СВЕМА МИКРАТ - 300 главная проблема состоит в том, что по сравнению с указанной для неё разрешающей способностью 300 мм^{-1} мы в наших опытах получили величину всего лишь $130 - 140 \text{ мм}^{-1}$, на основе стандартного контрольного чертежа MIRA. Эти значения не удовлетворяют поставленным требованиям. После этого не следует удивляться высокой чувствительности материала, превышающей чувствительность лазерно-фотонаборной плёнки. Маловероятно, что при достижении разрешающей способности в 300 мм^{-1} плёнка сохранит такую чувствительность. Это предположение подтверждается и электромикроскопическим анализом размера частиц: на плёнке встречаются крупные $\sim 300 \text{ нм}$ частицы, что ухудшает разрешающую способность.

При высокой чувствительности и действие рассеянного света сказывается сильное: при экспозиции $0,125 \text{ мкДж/см}^2$ и плотности линий $13,3 \text{ мм}^{-1}$ оптическая плотность промежутков между линиями равна $0,42^D$, что недопустимо много. При всём этом переданный нам образец плёнки МИКРАТ - 300 как в собственном проявителе /при предписанных времени и температуре/, так и в проявителе FORTE Phototypesetting сильно затуманивается /возможно плёнка была слегка засвечена/.

Дальнейшие проблемы связаны с кривой чувствительности, показанной на рис. 18. На нём показана микроплотность линий, полученных после проявления плёнки при скапировании лучом диаметром 20 мм со скоростью $1,2 \cdot 10^5 \text{ мм/с}$, в функции мощности экспонирующего луча /в мВт/. Время экспозиции одного элемента поверхности $\sim 210 \text{ нс}$.

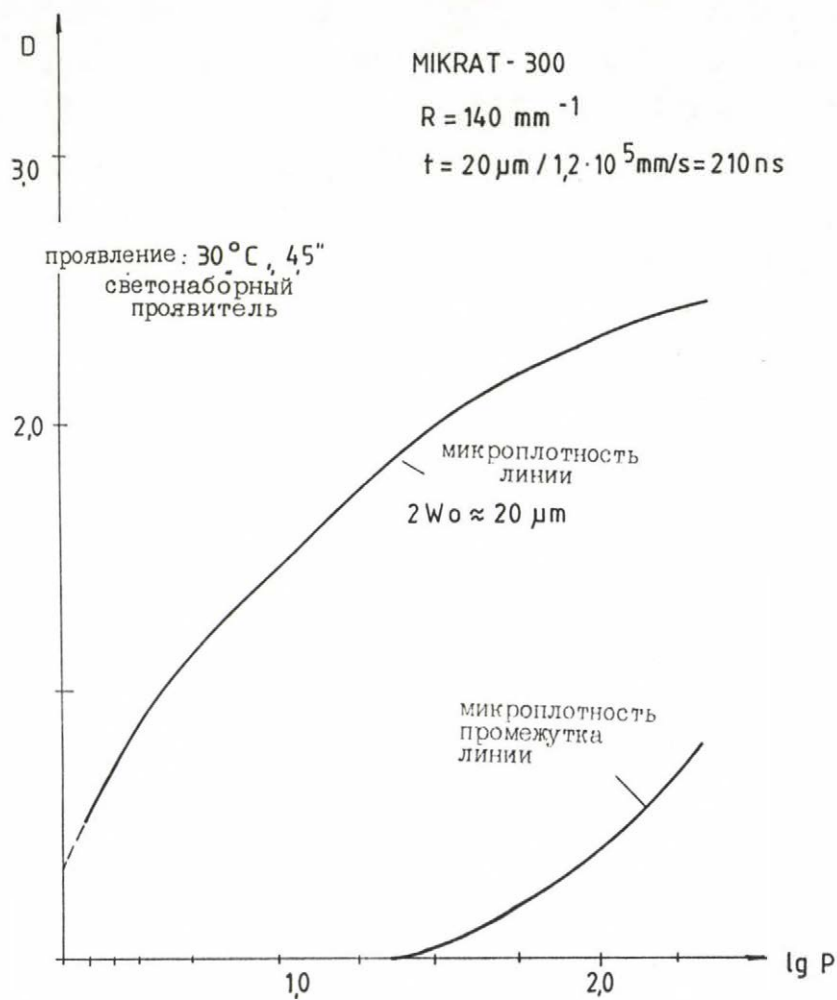


Рис. 18.
 Сензитометрическая кривая плёнки MIKRAF - 300

При учёте и этой кривой, в целом можно установить четыре основных недостатка:

- 1./ Восходящий участок кривой недостаточно крут ,
- 2./ Кривая не имеет плато, т.е. плотность после проявления сильно зависит от экспозиции,
- 3./ Микроплотность промежутков между линиями велика, указывает на присутствие рассеянного света даже при небольшой мощности экспозиции; из-за этого плато не может и образоваться, с другой стороны, промежутки между линиями становятся серыми,
- 4./ Разрешающая способность фотоматериала неудовлетворительна.

С учётом сказанного, плёнка МИКРАТ- 300 может применяться для лазерного экспонирования микрофиш только в очень ограниченном числе случаев. Её недостатки делают более строгими требования к остальным частям системы. Отсутствие требуемой разрешающей способности делает бессмысленным достижение растрового расстояния 2,5 мкм и диаметра лазерного пятна 5 - 8 мкм.

8.3. Модулятор

Если к примеру брать вращающийся барабан с периметром $K = 400$ мм как исходное данное, получаем растровую точку $K/a_r = 1,6 \cdot 10^5$. При скорости вращения $\gamma = 10/\text{сек}$ растровое время составляет $t_r = 625$ нсек. Необходимое

время нарастания и успокоения $\tau_r = \tau_f \leq 100$ нсек.

Исходя из недорогого акустооптического модулятора /на основе РьМ O_4 / диаметр фокусированной в модулятор пучковой горловины должен быть равным $2W_0 = 0,3 - 0,4$ мм по расчёту скорости распространения продольного ультразвука. Относящаяся к ней пучковая дивергенция θ равна $\theta = \lambda/\pi W_0 = 1,3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}$ рад. Учитывая угловую сепарацию порядка θ_0 между двумя выходными пучками, разность несущих частот, подключённых на двухлучевой ультразвуковой преобразователь будет равна $\Delta F = V_h \theta_0 / \lambda_0$, где $V_h \approx 3,6 \cdot 10^{-3}$ м/сек скорость распространения ультразвука. Значит получаем, что $\Delta F \approx 5,7 - 7,4$ МГц, так несущие частоты должны попадать в полосу 70 - 90 МГц. Необходимая ширина полосы ультразвукового преобразователя может быть обеспечена, она равна ± 15 МГц.

Такие модуляторы доступны в международной торговой сети, их цена 1500 - 2000 долларов без управляющей электроники VHF.

На следующем примере рассмотрим необходимые параметры четырёхлучевого модулятора на базе TeO_2 / $V_h = 616$ м/сек/. Этот модулятор может быть приобретён в странах Совета Экономической Взаимопомощи.

Ширина развёртываемой полосы четырьмя лучами 10 мкм, таким образом, 105 мм/10 мкм = 10500 оборотов барабана приводит к полному развёртыванию всей микрофиши. Если за время экспозиции взять один час, то время одного поворота барабана 0,34 сек, растровое время $t_r = 2,1$ мсек, $\tau_r = \tau_g = t_r/6 = 350$ нсек и получается необходимый радиус пучковой горловины в модуляторе равной $W_0 = 110$ мкм. Необходимая сепарация несущих частот $\Delta F = V_h / \pi W_0 = 1,8$ МГц. Необходимая полная ширина полосы 10 - 15 МГц, эту величину отечественные средства могут обеспечивать.

8.4. Фокусирующая оптика

Фокусирующая оптика в отдельных случаях по рис. 10. должна создавать лазерные пятна с диаметром горловины $2W_0 = 4,2 - 8,4$ мкм в поверхности микрофиши. Если место входной горловины расположено далеко от фокусирующей оптики, то диаметр пучковой горловины, образованной вблизи задней фокусной поверхности - с достаточным приближением - будет равен $2W_0 = f2\theta_0$

Если, к примеру, θ_0 взять равным $5 \cdot 10^{-4}$ рад, то необходимое фокусное расстояние будет $f = 4,2 - 8,4$ мм.

Фокусная оптика должна обладать малой аберрацией, высоким качеством. Учитывая необходимое количество этих изделий, проектировку и производство целенаправленной оптики - ввиду появляющихся расходов - считаем нецелесообразным. В процессе разработки предлагаем применять объектив микроскопа типа планохромат.

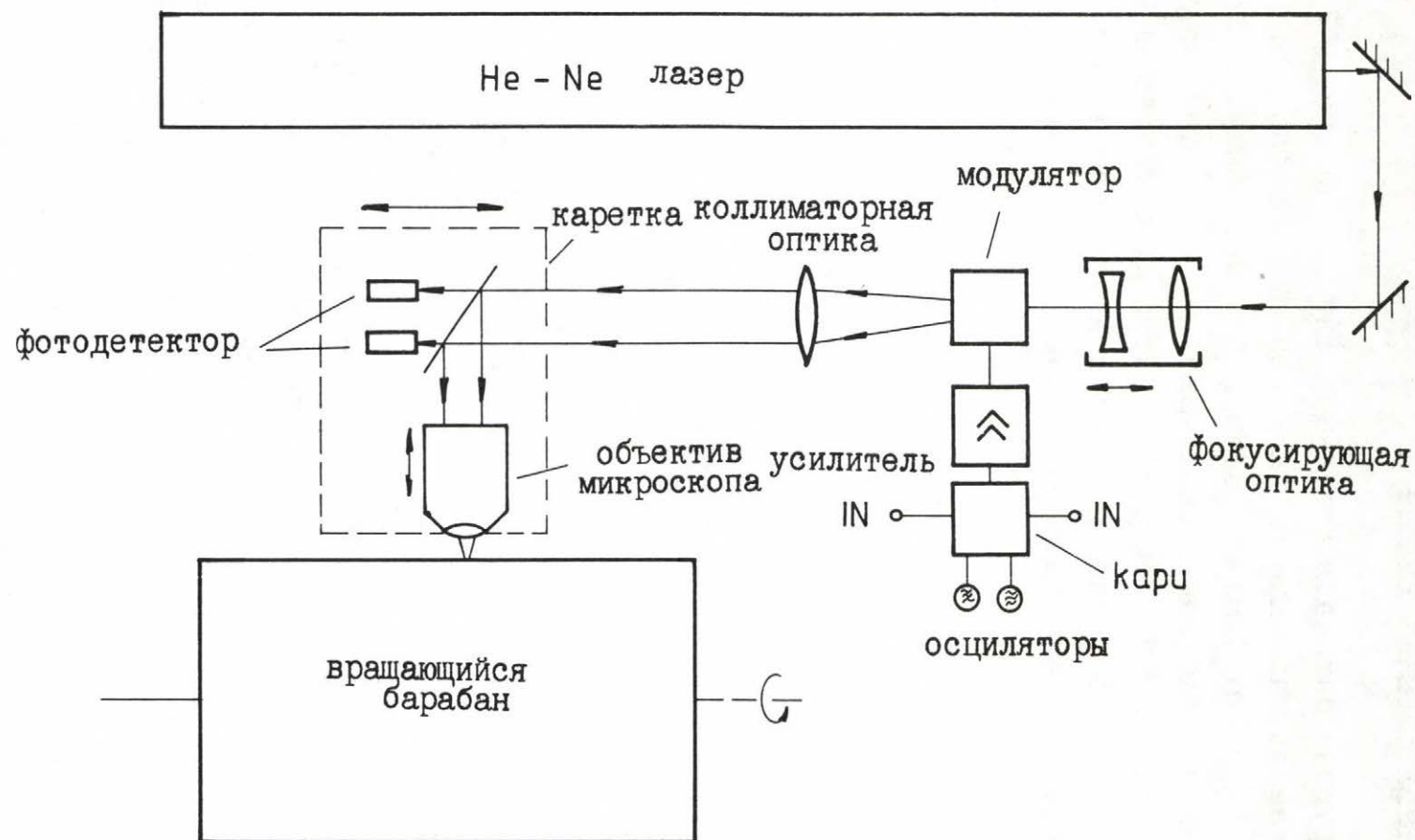
8.5. Принципиальная схема оптической системы

Предлагаемая система, изображённая на рис. 19., соответствует оптической системе на рис. 17. Её модуляционная система двухлучевая. Фокусирующая оптика может двигаться вдоль образующей поверхности поворотного барабана. Фотодетекторы и полупроницаемая зеркало ставятся в световой путь и измеряют интенсивность экспонирующих лазерных пучков. Объектив микроскопа может двигаться с помощью микротранслятора.

В систему в принципе может быть встроена и дополнительная оптика, служащая для измерения расфокусировки.

Необходимо отметить, что пределы глубины резкости по рис. 10. действительны только для однолучевой системы, а для 2-х и более - нет. В случае многолучевой системы

Рис. 19.



фокусную глубину определяет угол между двумя наиболее далёкими осями пучков, входящих в множество лучей, направленных в фокус. Подходящим расчётом оптики этот угол может быть уменьшен. Вытекающая отсюда погрешность по резкости глубины может быть определена после разработки подробного проекта.

8.6. Кодовый /синхронный/ датчик.

В случае конструктивного решения оборудования для изготовления микрофиш с вращающимся барабаном, разрешающую способность по направлению вращения обеспечивает высокочастотный кодовый /синхронный/ датчик. Он выполняет две функции. С одной стороны, создаёт растровые-синхронные сигналы через каждые 2,5 мкм, с другой стороны, образует сигнал, обеспечивающий правильное начало строк всего изображения.

Датчик должен удовлетворять двум требованиям:

- по разрешающей способности;
- по частоте выходного сигнала.

Разрешающую способность можно определить с учётом двух факторов: размером раstra, что в данном случае принят равным 2,5 мкм и периметром вращающегося барабана. За значение периметра барабана принимается два значения: минимальное $K_{\text{мин}} = 200$ мм и значение, принятое в данном примере $K = 400$ мм, тогда можно рассчитать разрешающую способность для обоих значений:

$$\rho_{\text{мин.}} = \frac{K_{\text{мин}}}{dr} = \frac{200}{2,5} \cdot 10^3 = 80000 \quad \text{и}$$

$$\rho = \frac{K}{dr} = \frac{400}{2,5} \cdot 10^3 = 160000$$

Желаемой разрешающей способности можно добиться оптическим и электрическим умножением основного деления.

Достигаемая частота выходного сигнала - это обратная величина растрового времени. Учитывая, что желаемое растровое время порядка $1 - 2$ мксек, частота выходного сигнала должна попасть в пределы $500 - 1000$ кГц.

Требования, предъявляемые к датчику, удовлетворяют продукциям трёх известных иностранных фирм: CANON, TELEDYNE GURLEY, HEIDENHAIN. Разрешающая способность их изделий удовлетворительна по всему диапазону и с точки зрения частоты сигнала тоже удовлетворяет требованиям.

8.7. Механическая конструкция.

Механическая конструкция многолучевого оборудования для изготовления микрофиш, изображённого на рис. 24., должна обеспечивать следующее:

- высокую точность механических и оптических деталей;
- стабильность оборудования;
- возможность заправки оборудования при дневном свете;
- модульное построение;
- размещение электрических частей;
- удобность обслуживания;
- возможность сервиса.

В связи с размером раstra $2,5$ мкм и диаметром луча 5 мкм возникают весьма строгие - порядка микрона - требования и критерии к механической конструкции в процессе производства и монтажа. В первую очередь диаметр и поверхностная обработка вращающегося барабана, оптические детали и их держатели, трансмиссия и направляющие стержни тележки проекционной оптики и детали крепления плёнки и кассеты требуют тщательности и сверхточности при изготовлении, с точки зрения размерных допусков, при обработке поверхностей и параллельности.

В то же время механическая конструкция должна обеспечивать стабильность оборудования и защиту от микровибра-

ции. Это приводит к определённой громоздкости столика и несущего каркаса, что естественно влияет и на вес оборудования.

Решение проблемы возможности заправки при дневном свете также задача механической конструкции. Как возможный вариант, можно считать заправку заполненной кассеты в оборудование и в дальнейшем, с помощью внешних ручек, полуавтоматическое крепление плёнки на барабан. Другая возможность: непосредственное надевание плёнки на барабан. Необходимо решить вопрос о креплении плёнки на барабан или механическим, или вакуумным путём. Также необходимо решить о позиционировании и прижатии плёнки к вращающемуся барабану.

При проектировании рекомендуется принять модульную механическую конструкцию так, чтобы различные части её, такие как оптическая система, электроника, лазерный источник, блок питания лазера и т.д., образовали компактные, хорошо разделённые друг от друга, блоки. При определении механической конструкции следует учесть и возможность сервиса и удобность обслуживания.

Естественно, все эти вопросы могут быть полностью решены только в ходе конкретной проектировки оборудования для изготовления микрофиш.

8.8. Электроника

При разработки электроники исходим из двух основных факторов. А именно, оборудование должно быть OEM / Original Equipment Manufacturer /, а с другой стороны, электроника не должна влиять на рабочую скорость оборудования /не должна снижать её/. В связи с этим, исходим из двух определяющих данных:

- количество данных, необходимое для начерчения одной микрофиши: ~ 2,5 Гига бит;

- время, необходимое для начерчения одной микрофиши
~ 1 час, что означает 1 мксек экспозиционного времени по растрам.

Исходя из свойства оборудования для изготовления микрофиш OEM, оно "не знает" что рисует. Другими словами, оно может начертить всё, что соответствует его спецификации и входной информации, определённой на метаязыке. При разработке структуры входной информации можно выбирать в основном из двух возможностей: форма информации может быть уплотнённая или неуплотнённая, а вид хардвера может быть с последовательной или параллельной линией.

Рассмотрим теперь эти два вопроса. Количество передаваемой информации составляет 2,5 Гига бит, а время черчения примерно 1 час. 2,5 Гига бит примерно соответствует 300 МБайт, из этого, учитывая 1 часовое время черчения, скорость передачи данных получается равной 83 кБайт/сек. В виду того, что указанное количество данных/300 МБайт/ является пределом при передаче данных без уплотнения, то необходимо взвесит, стоит ли использовать уплотнение. Эффективность уплотнения зависит от структуры информации, подлежащей уплотнению, от способа уплотнения, от вида информации /чертёж механики, текст, печатная электрическая плата и т.д./. Этот вопрос необходимо ещё рассмотреть и анализировать, но с целью достижения большей скорости, оказывается целесообразным применить уплотнение данных, проектировать параллельный входной интерфейс и использовать DMA /Direct Memory Arces/.

В чертёжном оборудовании необходимо применять процессоры минимум 16 бит, тем более что примыкающая к нему вычислительная машина также 16-ти битовая. Естественно, помимо параллельных линий данных возникает необходимость и в передаче некоторых контрольных сигналов. Параллельные линии данных направлены от вычислительной машины в сторону оборудования черчения микрофиш. Из-за управляющих сигналов /коммуникационные управляющие, старт-сто-

повые , предупреждающие, статусные и т.д./ необходим двухсторонний обмен.

Второй фактор, который считаем ведущей нитью, - электроника не должна снижать скорость черчения. Решение проблемы заложено в разделении решаемой задачи на параллельные процессы. Это определяет структуру электроники, о которой можно сказать следующее:

- Для каждого параллельного процесса необходимо по одному микропроцессору 16 бит;
- В рамках параллельных процессов существуют часто-повторяющиеся элементарные операции /расшифровка уплотнения, селекция некоторых команд, выбор данных и т.д./, которые не могут быть решены программным путём с удовлетворительной скоростью. Их целесообразно решать с помощью высокоскоростных программируемых целевых хардверов;

Необходимо решить вопросы:

- Нужна ли система автофокус, если да, то для неё необходимы ещё один или два процессора, который/не/ выполняет/ют/ функцию привода и контроля;
- Имеется ли возможность для подключения местной сети, если да, то необходим интерфейс для обмена.

Подводя итоги, структура электроники иерархическая, а система параллельная, микропроцессорная. /45,46/

8.9. Вопросы firmware и software

В этой главе описываются вопросы программного обеспечения оборудования для изготовления микрофиш. / **firmware** и **software** / **Firmware** - означает программы, заложенные в оборудовании при изготовлении, а софтвер - это есть программное обеспечение вычислительной машины,

- Для выравнивания разности скоростей внутреннего обмена данных, необходимы внутренние буферные и рабочие памяти, ёмкостью порядка 256 кБайт. Работой памяти будет управлять процессор.
- Задачи процессора, кроме вышеописанных:
 - .. управление средствами привода /шаговый двигатель, мотор постоянного тока/;
 - .. контроль параметров черчения /количество оборотов, интенсивность лазерного луча и т.д./;
 - .. управление радиочастотным блоком акусто-оптического модулятора;
- Контрольный процессор для организации параллельных процессов, для обеспечения синхронности между работой механических и электронных частей, а также с обменом данных непосредственно соединённой с оборудованием.

Firmware

Исходя из задач микропроцессоров, применяемых в оборудовании для изготовления микрофиш, необходимо изготовить следующие программы:

- Контрольная программа системы.
Её задачей является обеспечение синхронности между работой механических и электронных частей, обеспечение синхронности обмена данных, организация работы процессоров, выполняющих параллельные процессы. Она посылает команды и данные для подчинённых процессоров;
- Коммуникационная программа.
Её задачей является обеспечение обмена информацией между оборудованием и внешними устройствами /вычислительная машина или местная сеть/. Она посылает и получает /иногда только получает/ команды и получает данные;

- Программа для обработки информации:
Её задачей является обслуживание данных, необходимых для черчения микрофиш и управление высокоскоростными программируемыми электрическими цепями, выполняющими целевыми заданиями. Она посылает команды, посылает и получает данные
- Программа управления модулятором
Её задачей является управление высокочастотным блоком акусто-оптического модулятора. Она получает команды, посылает и получает данные.
- Программа управления приводами.
Её задача - управление приводами. Она посылает и получает команды и данные.
- Программа контроля параметров.
Её задача - выборочный контроль параметров черчения во время работы оборудования. Она посылает команды, посылает и получает данные.
- Программа автофокус /при необходимости/
Её задача - непрерывное слежение за глубиной резкости лазерного луча и соответствующее управление оптической системой. Она посылает команды, посылает и получает данные.
- Тестовая программа.
Её задача - проведение теста работы внутренних частей оборудования перед началом работы или в любое время, когда это необходимо. Она посылает команды, посылает и получает данные.
- **Pattern** программа
Её задача - облегчить технологическую наладку и контроль оборудования путём изготовления контрольного рисунка. Она посылает команды и данные. /47/

Софтвер

Среди рассматриваемых здесь вопросов, намечается в общих чертах определить требования, предъявляемые к вы-

числительной машине, подсоединённой к оборудованию для изготовления микрофиш.

Выбор вычислительной машины определяется решаемыми заданиями. Приведённые здесь данные - лишь рекомендации и зависят от конкретного программного обеспечения, а также от возможной сети вычислительных машин.

Для непрерывного снабжения оборудования данными требуется одна /или несколько/ вычислительная машина, которая способна обработать примерно 2,5 Гигабит /800 МБайт/ информации за 1 час. Для этой цели рекомендуется персональная вычислительная машина IBM/PC с процессором 80386 /32 бит/ или вычислительная машина с большей мощностью.

Учитывая количество обрабатываемой информации для обслуживания информации, программ и данных, необходимо иметь жёсткий диск /винчестер/ с объёмом 40 МБайт и обладать скоростью обработки информации 3 - 5 Mips.

Минимально необходимые функции вычислительной машины по программному обеспечению:

- подпрограммы для тестирования;
- подпрограммы для управления работой оборудования изготовления микрофиш;
- программы управления обменом данных и команд;
- программы конверсии данных, служащие для конверсии уровня на выходе применяемой системы САД с уровнями на входе оборудования изготовления микрофиш. Это программа конверсии вектор-растр и растр-растр;
- программы для редакции и составления микрофиш;
- программы для обработки вспомогательной информации /титовая часть, административные данные/.

9. Патентное исследование

Патентное исследование по данной теме оказалось сложной задачей. Это связано с тем, что исследование по названиям практически было невозможно вследствие новизны темы, поэтому дал результат только поиск по расширенному кругу темы. Однако, этим способом приближения необходимо было рассмотреть огромное количество информационного материала.

К вопросу нельзя было подойти с желаемой полнотой, поэтому исследования патентов велись в странах Европейского Экономического Сообщества, а также, в первую очередь, в США, ФРГ, Японии, Великобритании и Франции. Это связано с тем, что значительные результаты в данной области техники и патенты рождаются в этих странах.

Из социалистических стран по данной теме были исследованы патенты СССР, ГДР, Чехословакии и Венгрии. К сожалению, исследование не дало результата, что по нашему мнению можно объяснить двумя причинами. С одной стороны новизной темы, а с другой стороны - к сожалению поток информации между нашими странами медленнее.

Для проведения исследования мы имели в распоряжении две коллекции материалов. Одна из них - это система по поиску патентов WIPO /при ООН/ вместе с системой INPADOC, финансируемой правительством Австрии.

Она содержит в себе названия патентов и главнейшие их параметры на микрофишах с 1984 года. Вторая - это патентная библиотека Венгерского Бюро Патентов. Здесь патенты доступны в полном объеме, поиск ведётся перелистыванием.

В ходе исследования огромного объема патентного материала нашли небольшое количество таких патентов, которые описывали бы оборудование для изготовления микрофиш в комплектной форме. Все они изготавливают микрофишу фототехническим способом. Среди патентов были обнару-

жены и такие, которые занимались разработкой отдельных блоков оборудования или частью их проблем.

Для иллюстрации вышесказанного можно привести патенты DE 225477I и DE 2349543, которые представляют оборудование для съёмки микрофиши.

Патенты US 4,637,710 и US 4,637,711 показывают барабанное оборудование для разрешения и закрепления изображения с креплением плёнки на барабане.

Мы нашли ещё пять патентов, в которых решены по одной частичной проблеме данной темы, хотя они не связаны непосредственно с предлагаемым решением задачи.

На основании вышеописанных исследований мы пришли к выводу, что в настоящее время для перевода графических результатов машинных вычислений на микрофишу применяются традиционные методы: вывод на печатающее устройство /черчение на плоттер/ и дальнейшее фотографирование, а также непосредственное фотографирование с экрана. По этому направлению мы также нашли патент: EP 246466 /DE 3615780/ Laser Computer Output Mikrofilm Camera.

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ПУБЛИКАЦИЙ

Исследование публикаций обосновывалось на двух базах.

С одной стороны, пересмотрели издания кооперации INSPEC /Англия/ под названием Computer and Control Abstracts и Science Abstracts Series C, выходящий в свет раз в полгода, охватывающий период 1985 - 1987 гг. Были рассмотрены следующие части:

- COM / Computer Output to Microfilm/
- Интеллектуальные периферийные устройства
- Микрографика
- Микрофиша
- Плоттеры

С другой стороны, пересмотрели мировую систему DIALOG с вычислительной машиной, в базу данных которой входят около 1500 самых значительных периодических изданий, журналов и газет.

К сожалению, здесь мы должны повториться, что исследование публикаций привело к такому же результату как и исследование патентов. В огромном количестве пересмотренного материала были следующие:

- Системы COM, в которых был описан весь процесс, начиная от выбора материала для переноса на микрофишу, до хранения и обратного поиска материала. Например, "Transition of on Image System - from Paper to Microfiche to Optical Disk" в номере журнала Journal of Imaging Technical p.161-2. № 4. v 10. 1984.

В статье опубликовано система документаций, архива и обратного поиска /CRS / исследовательской службы при конгрессе. Процесс архивации и связанные с ним проблемы, приведены по-пунктно:

I. Выбор статей, подлежащих хранению, по заданным

- признакам /собранных, запрошенных статей и т.д./
2. Составление каталога статей, снабжение их индексами.
 3. Автоматически создают вводный набор данных, учитывая данные каталога и индекса.
 4. Документы с помощью камеры переводятся на плёнку путём " step and repeat ".
 5. Система обратного поиска хранит данные индекса и каталога, вносит их в систему.
 6. Плёнку проявляют, изготавливают микрофиши и дубликаты.
 7. Хранение микрофиши
 8. Изготовление чертежа на бумагу в оригинальном размере при необходимости.
- Плоттеры, работающие по различным принципам.
Например, IBM Technica Disclosure Bulletin p 2888-9 № 5 v 27. Okt. 1984.
"Double - beam electrophotographic laser plotter/scanner" или New Electronics p 18-19 № 6 v 20 1987 "Laser photoplotting as an integral part of CIM"
- Статьи, показывающие тренды и прогнозы, например, Administrative Monagement p 23-7 № 4 v 47 April 1986 "Microimage methods"

Подводя итоги исследования публикаций, можно сказать, что группа статей занимается системами COM. В них обычно описывается полная система. На них характерно, что занимаются самим процессом, много времени тратят на проблему обратного поиска, их главное направление - организация системы. Они не занимаются вопросами аппаратного обеспечения, в том числе и оборудованием для изготовления мик-

рофиш, но видно, что все они работают по принципу фото. Имеется относительно большое количество статей, описывающих плоттеры. В то же время они используются не для изготовления микрофиш и их параметры, как правило, не попадают в необходимый диапазон. В статьях, описывающих перспективы в будущем, придаётся большое значение системам COM, но не говорится о видах оборудования для изготовления микрофиши.

Во многих статьях говорится об оптическом диске /оптический носитель/ как о средстве для хранения большого количества данных. Здесь он рассматривается не как альтернатива, а как периферийный вспомогательный носитель в системах COM, независимо от того, что данная система COM работает по принципу фото или непосредственно пишет на плёнку. Создание "hard copy" неизбежно, учитывая способ потребления /работа ведётся по техническому чертежу, находящемуся на бумаге/ и повреждаемость дисков.

По нашей оценке, исследования патентов и публикаций привело к одному и тому же результату: описанная в статье система, ещё не была опубликована ни одним автором. Это означает то, что или пока не существует система для непосредственного изготовления микрофиши /или ещё не существует в стадии публикации/, или, если она существует, то не готова ещё для выхода на мировой рынок, поэтому её публикацию считают пока не обоснованной.

Отсутствие публикаций обосновывает актуальность выбора темы и понимание того, что к настоящему времени созрели технические и экономические предпосылки для создания оборудования по изготовлению микрофиш, как уже было сказано нами в данной работе.

Ниже приведён перечень просмотренных статей, непосредственно связанных с данной темой.

IBM Technical Disclosure Bulletin /USA/ v27, № 5
p 2888-9 /Oct. 1984/

"Double-beam electrophotographic laser
printer/scanner."

IBM Technical Disclosure Bulletin /USA/ v28, №6.
p 2313-15 /Nov. 1985/

"Imaging item number during scan in a slit-scan-
type microfilming unit using rotating mirror."

Journal of Imaging Technology /USA/ v10. №4,
p 161-2 /Aug. 1984/

"Transition of an image system-from paper to micro-
fiche to optical disk".

New Electronics

GB/ v.20. №6. p 18-19 /March 1987/

"Laser photoplotting as an integral part of CIM"

Administrative Management /USA/ v.47. №4.
p 23-7 /April 1986/

"Microimage methods"

Journal of Information and Image Management /USA/
v.17. №11. p 27-32 /Nov. 1984/

"Image processing in an integrated information system."

Library Hi Tech

/USA/ v.5. №1 p 81-6 /Spring 1987/

"Infostation: A low-cost electronic document storage,
retrieval transmission system."

Hardcopy

/USA/ v.7. №2. p 87-90 /Feb. 1987/

"The automatic digitizer performs a critical function
in the production of technical documentation."

Optoelectron Instrument and Data Processing

/USA/ №6. p 44-5 /1985/

Автометрия

/USSR/ 6. p43-51 /1985/

"Laser writing of high information - density images."

Mini-Micro Software

/GB/ v.12. № 3 p 6. /1987/

"Computerised microfilm retrieval system."

IMC J

/USA/ v.23. № 1 p 21-3 /Jan-Feb 1987/

"Microfilm will help bridge technologies of integrated systems, artificial intelligence."

IMC J

/USA/ v.22, № 5 p 9-11 /1986/

"COM enters its fourth decade."

Information Media and Technology

/GB/ v.20. № 5 p 211-12 /Sept. 1987/

"In depth: Kodak's KIMS and Wang's WIIS."

11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В настоящем научно-техническом отчётном докладе рассмотрена возможность создания оборудования по изготовлению микрофиши с точки зрения требований, предъявляемых к микрофише; документов, подлежащих отображению; фототехники; оптики; механики; электротехники и программного обеспечения. Было проведено и исследование патентов и публикаций, связанных с данной темой.

В заключении можно сказать, что отсутствие информации - которое подтверждается и результатом исследования патентов и публикаций - показывает на актуальность данной темы, а также на то, что в данной области исследования и в развитых капиталистических странах ведутся только в настоящее время.

Собственно, можно сказать: имеются все предпосылки для разработки оборудования, непосредственно преобразующего информацию вычислительной машины в рисунки на микрофише, которое в недалёком будущем /2-2,5 года/ будет создано с учётом всех технических и экономических возможностей, удовлетворяя практическим требованиям и в дальнейшем. Подробные предложения и высказывания по отношению к оборудованию для изготовления микрофиши:

1. Адресуемый размер растра: $r = 2,5$ мкм
2. Диаметр луча: $d = 5$ мкм
3. Размер микрофиши 105×148 мм
4. Расположение полей рисунков на микрофише /по стандарту/: закреплённое
5. Время, необходимое для изготовления одной микрофиши: $T = \text{около } 1$ час.
6. Время экспонирования растра: $\tau = 1 - 2$ мксек
7. Может быть произведено любое отображение на плёнке, при котором толщина отображаемой линии не превышает $v = 5$ мкм. /в случае масштабов $1:21$:
 $1:29,7$; $1:42$ в системах $S/2$ и $S/3$ все стандартные

линий и размеров букв; в случае масштаба 1:48 в системе S /3 толщина линий 0,25 мм, размер букв 3,5 мм и более/.

8. С учётом правил пункта 7, если это необходимо и допустимо, можно изготовить рисунки произвольного размера, формы и затемнения.
9. В отношении фототехники, статья показывает, что для выполнения данного задания не располагаем плёночным материалом, удовлетворяющим всем требованиям и параметрам. Необходимо провести дальнейшие исследования и с другими плёнками. В тоже время уже и среди рассмотренных плёнок есть такие, которые обеспечивают хорошую оценку микрофиши.
10. Из статьи видно, что система с вращающимся барабаном и внешним экспонированием имеет ряд преимуществ. Для обеспечения и сокращения времени изготовления плёнки предлагаем многолучевую /2 - 4 луча/ систему. С точки зрения оптики и лазерной техники можно установить, что спецификационные данные средств системы строгие, с одной стороны, вследствие скорости, а с другой стороны, вследствие малой аберрации волнового фронта, необходимой для создания пятна размером 5 мкм. Тщательной проектировкой и тестированием желаемые параметры могут быть достигнуты. Часть средств может быть приобретено или произведено в социалистических странах, но ряд элементов может быть обеспечен импортом из капиталистических стран.
11. Необходимость системы автофокус, на данном этапе пока ещё не может быть решена однозначно. Проведение механических опытов и измерений может дать ответ на этот вопрос.
12. Требования к точности, предъявленные к механической

конструкции велики, как с точки зрения допусков, так и по отношению к поверхностной обработке.

- I3. Крепление плёнки микрофиши необходимо решить опытным путём, причём с возможностью заправки плёнки при дневном освещении.
- I4. Оборудование для изготовления микрофиш - это устройство OEM /Original Equipment Manufacturer/. Его вводная информация - это растровое отображение в уплотнённом виде на удобно подобранном метаязыке. Полное количество информации составляет около 2,5 Гигабит.
- I5. Восемь односторонних каналов данных и несколько двухсторонних коммуникационных каналов образуют вход электроники. Скорость передачи данных в каналах ≥ 83 кБайт/сек.
- I6. Внутренняя структура электроники иерархическая, параллельная с мультипроцессором. Всё задание разбито на параллельные процессы, которые выполняют, или которыми управляют процессоры /8 - 16 бит/. Для обеспечения скорости создания данных 1 мсек/1 растр.данное, отдельные многоповторяющиеся процессы выполняют высокоскоростные программируемые целевые хардверы.
- I7. В электронику входит *firmware*. *Firmware* изготавливаются поблочно по процессорам, программированы модулями с алгоритмом, соответствующим данным процессам.
- I8. Вычислительная машина должна обладать системой программного обеспечения, а именно, программами преобразования вектор-растр, растр-растр, а также программами по обработке и составлению данных, программами коммуникации и управления.
- I9. Доля импортных деталей в оборудовании, приобретённых в капиталистических странах не превышает 10%.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Dr. Oldal György: A műszaki rajz reprografiája
Szabványkiadó, Budapest 1982
- [2] СТ СЭВ 375-76 Микрофильмирование. Микрофильмы. Типы.
- [3] MSZ KGST 375-76
Mikrofilmek típusai és méretei.
- [4] BS 4187. Part 1. 1973.
Specification for microfiche
Part 1. 60 frame format.
- [5] DIN 19054 1-4 Teil. 1975, 1976, 1978.
Mikroplanfilm /Microfiche/
1. Begriff. Allgemeine Anforderungen.
2. Format A6, 5 Reihen.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren.
3. Format A6, 7 Reihen. Masse, Aufbau, Verkleinerungs-
faktoren.
4. Format A6, 18 Reihen bzw. 9 Reihen.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren
- [6] DIN 19064. 1. Teil. 1976.
Mikroplanfilme mit wahlweiser Rastereinteilung
Mikroplanfilm /microfiche/ 18x24.
Masse, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren.
- [7] DIN 19065. 1-2. Teil. 1978.
COM- Film /Computer- Output-Microfilm/
1. Begriffe. Anforderungen.
2. Format A6, 13 Reihen. Masse, Aufbau, Verkleinerungs-
faktor
- [8] NMA MSI-1971.
Quality standards for computer output microfilm
- [9.] NMA-MS2-1971
Format and coding standards for computer output
microfilm

- [10.] NMA MS5-1972.
Microfiche of documents.
- [11.] ISO 2707-1973
Transparent A6 size microfiche of uniform division -
Image arrangements No. 1 and No. 2.
- [12.] ISO 2708-1976
Microcopying - Transparent A6 size microfiche of
variable division -
Image arrangements A and B
- [13] NF Z 43-030-1978
Micrographie. Microfiche transparente de format A6.
- [14] NF Z 43-032-1975
Microfiche en sortie d'ordinateur.
- [15] СТ СЭВ 526-77
Единая система конструкторской документации СЭВ.
Основные требования к выполнению чертежей, подлежащих
репрографической обработке.
- [16] DIN 15 . 1-2. Blatt. 1967
Linien in Zeichnungen.
1. Linienarten, Linienbreiten, Anwendung.
2. Anwendungsbeispiele.
- [17] DIN 16. 1-3. Blatt. 1967.
Schrage Normschrift für Zeichnungen.
1. Allgemeines. Schriftgrößen.
2. Mittelschrift.
3. Engschrift.
- [18] DIN 17. 1-3. Blatt. 1967.
Senkrechte Normschrift für Zeichnungen.
1. Allgemeines. Schriftgrößen.
2. Mittelschrift.
3. Engschrift.
- [19] DIN 476. 1976.
Papier-Endformate.
- [20] DIN 823-1965.
Zeichnungen. Blattgrößen. Masstabe.

- [21] ON-V 49-1977.
Mikrofilmgerechtes Zeichnen.
Wien, Österreichisches Normungsinstitut
- [22] J. Imaging Technology 12 /1986/ 47
- [23] J. Appl. Phot. Eng., 8./1982/., 190, 204, 215
- [24] 2 /1983/, 7, 45
- [25] 10 /1984/, 165
- [26] Bild und Ton 38 /1985/, 19
- [27] 39 /1986/, 19
- [28] Moderne Fototechnik 1985. No.12 p.562
- [29] J. Soc. Phot. Sci. Techn. Japan 45 /1982/ 411
- [30] Kép és Hangtechnika, 1987. 6.sz.
- [31] LG-1 Gépkönyv MTA SZTAKI 1985.
- [32] Infosystems 1979, 26 No.3., 60, 62, 64
- [33] Micrographicsnewsletter, 1980, 12, No.2. 8pp.
- [34] Micrographiche Found Newslett 1979, No.38, 3-9
- [35] Erfolg 1979, 28, No.11, 86.
- [36] Microinfo, micrographics News Bulletin, 1980, 11, No.1.12pp
- [37] РЖ "Информатика" №7, 1982 СССР.
- [38] Б. Кейзан. "Достижения в технике передачи и воспроизведения изображения", 1979, т.2, МИР, М.
- [39] Журнал "Автометрия" №2, 1983.
- [40] Unconventional Imaging Processes /The Focal Press, London and New-York/
- [41] Solid State Technology, August 1987, pp.59-61
- [42] Laser Physics /North-Holland Publishing Co. 1969/
- [43] Optica Acta, 29 /1982/ pp.923-939
- [44] Optics Communications, 16 /1976/ pp.161-165.
- [45] MIMI'85 Conference /ISMM/ Barcelona, Spsin p.270-3. 1985
- [46] Boak Conferencia'87 /MATE-NJSZT-HTE/ Gyöngyös Hungary p.221 1987.
- [47] Microsistem'85 Conference /CSVTS/ Tabor Czechoslovakia, p.158-6219.

A TANULMÁNYOK SOROZATBAN 1987-BEN MEGJELENTEK

- 195/1987 Telegdi László: Bináris változók strukturájának vizsgálata
- 196/1987 Rónyai Lajos: Algebrai algoritmusok
- 197/1987 Hernádi Ágnes - Bodó Zoltán - Knuth Előd:
A tudásábrázolás technikái és gépi eszközei
- 198/1987 Miguel Fonfria Atan: A data base management
system developed for the Cuban minicomputer
CID 300/10
- 199/1987 Bach Iván - Farkas Ernő - Naszódi Mátyás:
A magyar nyelv elemzése számítógéppel
- 200/1987 PUBLIKÁCIÓK - Publications 1986
Szerkesztette: Petrőczy Judit
- 201/1987 Eszenszki József - Hévízi László - Kas Iván
Laufer Judit - Palotási András - Szőnyi Tamás
Vörös Károly: Tanulmányok a számítástechnika
nyomdaipari alkalmazásához
- 202/1987 PROBLEMS OF COMPUTER SCIENCE
Proceedings of the joint workshop of Computer
and Automation Institute of HAS and Computing
Centre of Armenian Academy of Sciences held in
Budapest, September, 1987.
Edited by G.B. Marandzjan, B. Uhrin

A TANULMÁNYOK SOROZATBAN 1988-BAN MEGJELENTEK:

- 203/1988 KNVVT EG-25 Problems and tools of the Integration of information systems. Proceedings. 1987.
Edited by: Rumjana Kirkova, Tibor Remzső,
Ferenc Urbánszki
- 204/1988 Csetverikov Dimitrij: Digitális texturavizsgálat néhány új módszere
- 205/1988 Hernádi Ágnes: Új eszközök a fogalmi modellezésben
- 206/1988 The second Hungarian workshop on image analysis
Edited by: Csetverikov Dimitrij, Géza Remzső
- 207/1988 Suzanne Márkusz - Gábor Márkus:
Logic Puzzless and Logic Programming I.
- 208/1988 Proceedings of the 5th International Meeting of Young Computer Scientists /IMYCS'88/
Edited by: E. Csuhaj-Varju, J. Demetrovics,
J. Kelemen
- 209/1988 Галя Младенова: Синтаксические и семантические структуры реляционных ядыков запросов
- 210/1988 PUBLIKÁCIÓK - Publications 1987
Szerkesztette: Petrőczy Judit
- 211/1988 Eszenszki József - Kas Iván - Palotási András
Podmaniczky András - Szücs Miklós - Vörös Károly
Zalán Frigyes - Alexander Mihajlovics Klocskov
Valerij Alexandrovics Plahov: Tanulmány a számitógépes, rászteres mikrofilm lap készítés elvi és gyakorlati kérdéseiről

